(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年5月20日(20.05.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/095871 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 26/34 (2014.01)
B33Y 10/00 (2015.01)
B33Y 30/00 (2015.01)
B29C 64/153 (2017.01)
B29C 64/264 (2017.01)
B29C 64/364 (2017.01)
B22F 3/105 (2006.01)
B22F 3/16 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/042502

(22) 国際出願日： 2020年11月13日(13.11.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

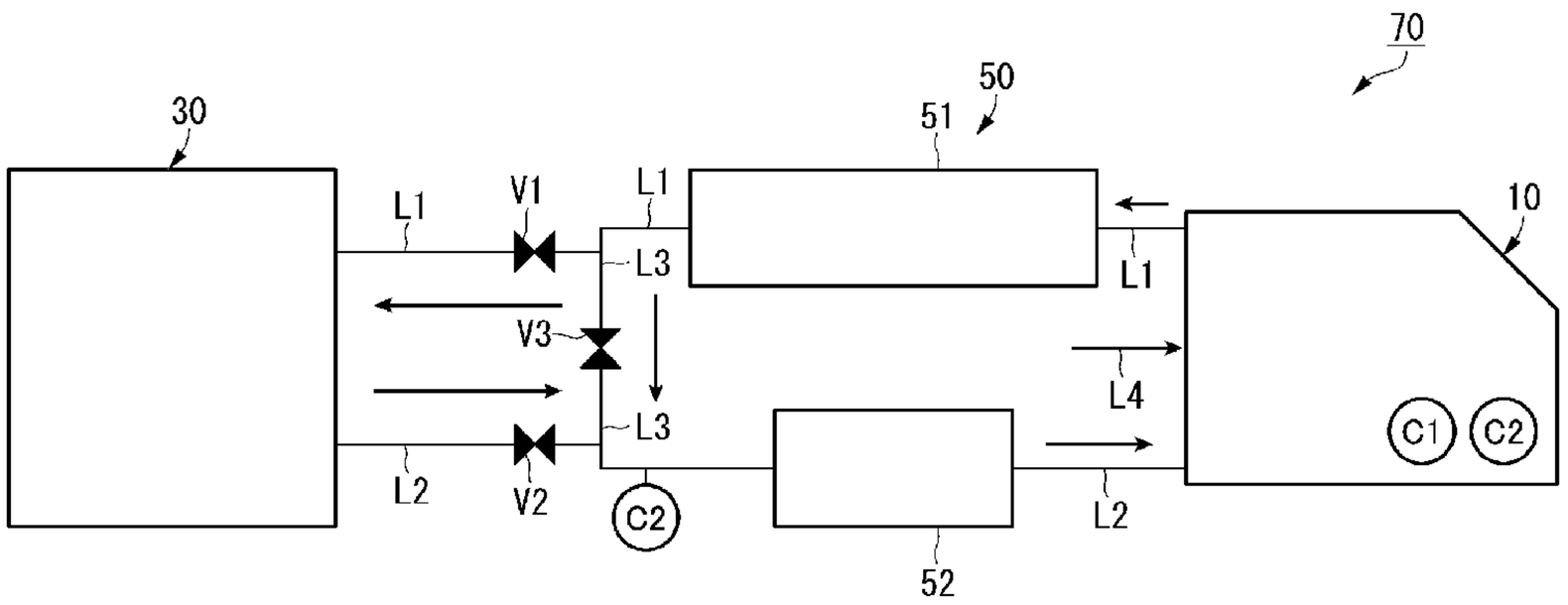
(30) 優先権データ：
特願 2019-205956 2019年11月14日(14.11.2019) JP

(71) 出願人: 大陽日酸株式会社 (**TAIYO NIPPON SANSO CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1428558 東京都品川区小山一丁目３番２６号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 山口 祐典 (**YAMAGUCHI Yusuke**); 〒1428558 東京都品川区小山一丁目３番２６号 大陽日酸株式会社内 Tokyo (JP). 尾山 朋宏 (**OYAMA Tomohiro**); 〒1428558 東京都品川区小山一丁目３番２６号 大陽日酸株式会社内 Tokyo (JP). 天野 宏紀 (**AMANO Hiroki**); 〒1428558 東京都品川区小山一丁目３番２６号 大陽日酸株式会社内 Tokyo (JP). 赤松 亮 (**AKAMATSU Ryo**); 〒1428558 東京都品川区小山一丁目３番２６号 大陽日酸株式会社内 Tokyo (JP).

(54) **Title:** LAYERED SHAPING SYSTEM AND LAYERED SHAPING METHOD

(54) 発明の名称： 積層造形システム、および積層造形方法



(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to provide a layered shaping system capable of further improving the quality of a layered shaped product, a layered shaping system (70) comprising: a layered shaping unit (10) that shapes a layer by supplying heat to a powder material by using an energy ray and sequentially layering the shaped layers in the presence of a shield gas; and a concentration adjusting unit (30) for adjusting the concentration of gas components in the shield gas, wherein the layered shaping unit (10) has an irradiation unit including an irradiation source of the energy ray

WO 2021/095871 A1

［続葉有］

(74) 代理人: 特許業務法人 志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

to be radiated on the power material, and a shaping unit including a chamber filled with the shield gas and a shaping stage where the shaping of the layers and the layering are performed, and the concentration adjusting unit (30) has a purification unit that removes a first gas component that becomes an impurity in the shield gas according to the powder material, and a supply unit that supplies a second gas component selected according to the powder material into the chamber as needed.

(57) 要約：本発明は、積層造形物の品質のさらなる向上が可能となる、積層造形システムを提供することを目的とし、シールドガスの存在下で、エネルギー線を用いて粉体材料に熱を供給して層を造形し、造形した層を順次積層する積層造形ユニット（１０）と、シールドガス中のガス成分の濃度を調整する濃度調整ユニット（３０）とを備え、積層造形ユニット（１０）は、粉体材料に照射するエネルギー線の照射源を含む照射部と、シールドガスが充填されるチャンバー、および層の造形および積層が行われる造形ステージを含む造形部とを有し、濃度調整ユニット（３０）は、シールドガス中の不純物となる第１のガス成分を、粉体材料に応じて除去する精製部と、粉体材料に応じて選択される第２のガス成分を必要に応じてチャンバー内に供給する供給部とを有する積層造形システム（７０）を提供する。

明　細　書

発明の名称 ： 積層造形システム、および積層造形方法

技術分野

[0001]　本発明は、積層造形システム、積層造形方法に関する。

背景技術

[0002]　Ａｄｄｉｔｉｖｅ　Ｍａｎｕｆａｃｔｕｒｉｎｇと称される付加製造技術がある。付加製造技術の一例として、樹脂、金属等の粉体材料を任意の形状の層に造形し、造形した層を順次積層して任意の形状の積層造形物を作製する積層造形装置が知られている。

付加製造技術による積層造形装置の一例として、造形ステージ上の金属粉体をレーザー等で焼結する金属３Ｄプリンターが知られている。金属３Ｄプリンターは、焼結した金属層を造形ステージ上で順次積層し、複雑な形状の構造物を短時間で精度よく製造できる。そのため、金属３Ｄプリンターは、航空機産業および医療等の先端技術分野で有望な技術として注目されている（例えば、特許文献１）。

[0003]　特許文献１に記載の積層造形装置は、不活性ガスで充満される造形室と、粉体材料層の所定箇所にレーザー光を照射して粉体材料を焼結させて焼結体を形成するレーザー光照射部とを備える。特許文献１に記載の積層造形装置等の従来の金属３Ｄプリンターにおいては、レーザー光のパラメータおよび特性、金属層の厚さ等を制御することで、品質向上を図ることが一般的である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１６－７４９５７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　積層造形装置には、積層造形物の品質のさらなる向上が求められている。

品質向上のためには焼結等の対象となる金属粉体の材質に応じて、造形室内の雰囲気中のガス成分の濃度を最適化し、最適化した濃度を一定に保持することが望ましい。

しかし、特許文献１に記載の積層造形装置にあっては、金属粉体の材質に応じて造形室内の雰囲気中のガス成分の濃度を最適化する機能がない。加えて、金属粉体の材質に応じて造形室内のガス成分の濃度を一定に保持する機能もない。そのため、特許文献１に記載の積層造形装置では、使用する粉体材料に応じて積層造形物の品質をさらに高めることができない。

[0006] 本発明は、積層造形物の品質のさらなる向上が可能となる、積層造形システムを提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は以下の積層造形システムを提供する。

［１］ シールドガスの存在下で、エネルギー線を用いて粉体材料に熱を供給して層を造形し、前記層を順次積層して積層造形物を製造する積層造形システムであって、

上記積層造形システムは、前記層を造形し、前記層を順次積層する積層造形ユニットと、前記シールドガス中のガス成分の濃度を調整する濃度調整ユニットとを備え、

前記積層造形ユニットは、前記粉体材料に照射するエネルギー線の照射源を含む照射部と、前記シールドガスが充填されるチャンバー、および前記層の造形および積層が行われる造形ステージを含む造形部とを有し、

前記濃度調整ユニットは、前記シールドガス中の不純物となる第１のガス成分を、前記粉体材料に応じて除去する精製部と、前記粉体材料に応じて選択される第２のガス成分を必要に応じて前記チャンバー内に供給する供給部とを有する。

［２］ 前記チャンバー内の前記シールドガスの一部を前記精製部に供給する第１の供給ラインをさらに備え、

前記精製部が、前記第１の供給ラインと接続される、下記の第１の精製塔

、第２の精製塔、第３の精製塔および第４の精製塔からなる群から選ばれる少なくとも一つ以上を含む、［１］に記載の積層造形システム。

第１の精製塔：前記シールドガスから酸素を除去する精製塔

第２の精製塔：前記シールドガスから水分を除去する精製塔

第３の精製塔：前記シールドガスから窒素を除去する精製塔

第４の精製塔：前記シールドガスから水分を除去し、酸素を除去しない精製塔

［３］　前記精製部が、下記の第１のバイパスライン、第２のバイパスライン、第３のバイパスラインおよび第４のバイパスラインからなる群から選ばれる少なくとも一つ以上をさらに含む、［２］に記載の積層造形システム。

第１のバイパスライン：前記第１の供給ラインから供給される前記シールドガスを、前記第１の精製塔に供給せずに前記第１の精製塔の二次側に供給するバイパスライン

第２のバイパスライン：前記第１の供給ラインから供給される前記シールドガスを、前記第２の精製塔に供給せずに前記第２の精製塔の二次側に供給するバイパスライン

第３のバイパスライン：前記第１の供給ラインから供給される前記シールドガスを、前記第３の精製塔に供給せずに前記第３の精製塔の二次側に供給するバイパスライン

第４のバイパスライン：前記第１の供給ラインから供給される前記シールドガスを、前記第４の精製塔に供給せずに前記第４の精製塔の二次側に供給するバイパスライン

［４］　前記供給部が、水素、酸素、一酸化炭素、二酸化炭素、およびアンモニアからなる群から選ばれる一つ以上の前記第２のガス成分の供給源を含む、［１］～［３］のいずれかに記載の積層造形システム。

［５］　前記精製部によって前記シールドガスから前記第１のガス成分が除去されたガスを、前記チャンバーに供給する第２の供給ラインをさらに備え、前記供給部が、前記第２の供給ライン中の前記ガスに前記第２のガス成分

を必要に応じて供給する第３の供給ラインをさらに含む、［１］～［４］のいずれかに記載の積層造形システム。

［６］　シールドガスの存在下で、エネルギー線を用いて粉体材料に熱を供給して層を造形し、前記層を順次積層して積層造形物を製造する積層造形方法であって、

前記層を造形し、前記層を順次積層するステップ（ａ）と、前記シールドガス中のガス成分の濃度を調整するステップ（ｂ）とを有し、

前記ステップ（ａ）では、チャンバー内の粉体材料にエネルギー線を照射し、前記チャンバー内で前記層を造形し、造形した前記層を順次積層し、

前記ステップ（ｂ）では、前記シールドガス中の不純物となる第１のガス成分を、前記粉体材料に応じて除去し、前記粉体材料に応じて選択される第２のガス成分を必要に応じて前記チャンバー内に供給する、積層造形方法。

［７］　前記ステップ（ｂ）で、酸素、水分、および窒素からなる群から選ばれる少なくとも一つ以上のガス成分を前記第１のガス成分として前記シールドガスから除去する、［６］に記載の積層造形方法。

［８］　前記ステップ（ｂ）で、水素、酸素、一酸化炭素、二酸化炭素、およびアンモニアからなる群から選ばれる一つ以上のガス成分を前記第２のガス成分として前記チャンバー内に供給する、［６］又は［７］に記載の積層造形方法。

［９］　前記ステップ（ｂ）で、前記粉体材料の種類に応じて前記第１のガス成分を切り替える、［６］～［８］のいずれかに記載の積層造形方法。

［１０］　前記ステップ（ｂ）で、前記第１のガス成分が除去されたガスに前記第２のガス成分を必要に応じて供給する、［６］～［９］のいずれかに記載の積層造形方法。

発明の効果

[0008]　本発明によれば、積層造形物の品質のさらなる向上が可能となる、積層造形システムが提供される。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]一実施形態例に係る積層造形システムの構成の一例を示す模式図である。

[図2]図１の積層造形システムが備える積層造形ユニットの構成を示す模式図である。

[図3]図１の積層造形システムが備える濃度調整ユニットの構成を示す模式図である。

[図4]実施例１におけるチャンバー内の酸素濃度の時間経過と比較例１におけるチャンバー内の酸素濃度の時間経過を比較して示すグラフである。

[図5]実施例２におけるチャンバー内の水分濃度の時間経過と比較例２におけるチャンバー内の水分濃度を比較して示すグラフである。

[図6]実施例３の金属造形物の断面の拡大写真と比較例３の金属造形物の断面の拡大写真を比較して示す図である。

[図7]実施例４の金属造形物の断面の拡大写真と比較例４の金属造形物の断面の拡大写真を比較して示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] ＜積層造形システム＞

本実施形態に係る積層造形システム（以下「本積層造形システム」と記載する。）は、シールドガスの存在下で、エネルギー線を用いて粉体材料に熱を供給して層を造形し、層を順次積層して積層造形物を製造するシステムである。本積層造形システムは、積層造形ユニットと濃度調整ユニッとを備える。

[0011] 積層造形ユニットは、シールドガスの存在下で、エネルギー線を用いて粉体材料に熱を供給して層を造形し、層を順次積層する。

積層造形ユニットは、粉体材料に照射するエネルギー線の照射源を含む照射部と、チャンバーおよび造形ステージを含む造形部とを有する。チャンバーにはシールドガスが充填される。シールドガスは、エネルギー線の照射の際に、粉体材料周囲の雰囲気における酸素濃度を低減するための不活性ガスである。

本積層造形システムにおいて、エネルギー線は特に限定されない。例えば、レーザー、電子ビーム等が挙げられる。そして、造形ステージでは、エネルギー線による層の造形、および造形した層の積層が行われる。

[0012] 濃度調整ユニットはシールドガス中のガス成分の濃度を調整する。濃度調整ユニットは、精製部と供給部とを有する。精製部は、シールドガス中の不純物となる第１のガス成分を、粉体材料に応じて除去する。供給部は、粉体材料に応じて選択される第２のガス成分を必要に応じてチャンバー内に供給する。

[0013] 以下、一実施形態例について図面を参照しながら詳細に説明する。ただし、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などが実際と同じであるとは限らない。

[0014] 図１は、本積層造形システムの構成の一例を示す模式図である。図１に示す積層造形システム７０は、積層造形ユニット１０と、濃度調整ユニット３０と、フィルターユニット５０と、第１の供給ラインＬ１と、第２の供給ラインＬ２と、循環ラインＬ３と、電磁バルブＶ１～Ｖ３とを備える。積層造形システム７０は、シールドガスの存在下で、エネルギー線を用いて粉体材料に熱を供給して層を造形し、層を順次積層して積層造形物を製造するシステムである。

積層造形ユニット１０は、シールドガスの存在下でエネルギー線を用いて粉体材料に熱を供給して層を造形し、造形した層を順次積層する。濃度調整ユニット３０は、シールドガス中のガス成分の濃度を調整する。フィルターユニット５０は、シールドガス中のフューム、スパッタ等の固体の不純物を除去する。

[0015] 第１の供給ラインＬ１は、上記積層造形ユニット１０が具備するチャンバー３（詳細は後述する）内のシールドガスの一部を濃度調整ユニット３０の精製部に供給する。第１の供給ラインＬ１は、チャンバー３と、後述の第１の精製塔３１とを接続する。第１の供給ラインＬ１には電磁バルブＶ１が設

けられている。電磁バルブＶ１が開状態であるとき、第１の供給ラインＬ１は、チャンバー３内のシールドガスを濃度調整ユニット３０の精製部に供給する。

[0016] 第２の供給ラインＬ２は、濃度調整ユニット３０の精製部によってシールドガスから第１のガス成分が除去されたガスを、チャンバー３内に供給する。第２の供給ラインＬ２は、後述の第４の精製塔３４と、チャンバー３とを接続する。第２の供給ラインＬ２には電磁バルブＶ２が設けられている。電磁バルブＶ２が開状態であるとき、第２の供給ラインＬ２は、濃度調整ユニット３０の精製部によってシールドガスからシールドガス中の不純物となる第１のガス成分が除去されたガスをチャンバー３内に供給する。

[0017] 循環ラインＬ３は、電磁バルブＶ１の一次側の第１の供給ラインＬ１と、電磁バルブＶ２の二次側の第２の供給ラインＬ２とを接続する。ここで、第１の供給ラインＬ１中のガスが積層造形ユニット１０から濃度調整ユニット３０に流れる方向の上流側を一次側とし、下流側を二次側とする。また、第２の供給ラインＬ２中のガスが濃度調整ユニット３０から積層造形ユニット１０に流れる方向の上流側を一次側とし、下流側を二次側とする。

[0018] 循環ラインＬ３には電磁バルブＶ３が設けられている。電磁バルブＶ３が開状態であり、電磁バルブＶ１、Ｖ２がいずれも閉状態であるとき、積層造形システム７０は、チャンバー３内のシールドガスの一部を第１の供給ラインＬ１内に導入し、第１の供給ラインＬ１内のシールドガスを循環ラインＬ３、第２の供給ラインＬ２をこの順に経由させてチャンバー３内に再度供給する。

電磁バルブＶ１、Ｖ２、Ｖ３がいずれも開状態であるとき、積層造形システム７０は、チャンバー３内のシールドガスの一部を第１の供給ラインＬ１内に導入し、次いで、濃度調整ユニット３０に供給し、残部のシールドガスを第２の供給ラインＬ２を経由させてチャンバー３内に再度供給する。

積層造形システム７０においては、電磁バルブＶ１～Ｖ３は後述のＣＰＵ３７と電気的に接続されている。各電磁バルブの開閉状態は、ＣＰＵ３７に

よって制御可能である。

[0019] 図２は、積層造形システム７０が備える積層造形ユニット１０の構成を示す模式図である。図２に示すように積層造形ユニット１０は、レーザー発振器１と、光学系２と、チャンバー３と、貯蔵室４と、造形室５と、回収室６と、リコーター７と、貯蔵ステージ８と、造形ステージ９と、第１の濃度計Ｃ１と、第２の濃度計Ｃ２とを含む。積層造形ユニット１０は、レーザー発振器１を用いてレーザーＬ（エネルギー線の一例）の照射により造形ステージ９上の粉体材料Ｍに熱を供給して層を造形し、造形した層を順次積層し、積層造形物Ｘとする。

[0020] 積層造形ユニット１０は、照射部と造形部とを有する。

照射部は、粉体材料Ｍに照射するエネルギー線の照射源を含む。照射部は、レーザー発振器１と、光学系２とを具備する。

造形部は、シールドガスが充填されるチャンバー３と、層の造形および積層が行われる造形ステージ９とを含む。造形部は、チャンバー３と、造形室５と、造形ステージ９とを具備する。

[0021] （積層造形ユニット１０の照射部）

積層造形ユニット１０の照射部は、エネルギー線の照射源としてレーザー発振器１を含む。レーザー発振器１は、エネルギー線の照射源の一例である。本実施形態の他の一例では、エネルギー線の照射源は、レーザー発振器以外の形態でもよい。

レーザー発振器１は、粉体材料Ｍにレーザーエネルギー線として照射する。レーザー発振器１は、造形ステージ９上の粉体材料Ｍにレーザーを照射できる形態であれば特に限定されない。レーザー発振器１は、光学系２を経由させてレーザーＬをチャンバー３内の粉体材料Ｍに照射する。これにより積層造形ユニット１０は、レーザーＬが照射された位置の粉体材料Ｍを焼結又は溶融固化することができる。その結果、粉体材料Ｍの焼結物又は粉体材料Ｍの溶融固化物を含む層（以下、「造形層」と記す。）が造形される。

[0022] 光学系２は、造形ステージ９上の粉体材料Ｍにおけるレーザーしの照射位置をあらかじめ設定されたデータにしたがって制御できる形態であれば、特に限定されない。光学系２の一例としては、例えば、一以上の反射鏡を有するものが挙げられる。

積層造形ユニット１０は、あらかじめ設定されたデータにしたがって光学系２を制御することで、粉体材料Ｍへのレーザーしの照射位置を制御できる。これにより、積層造形ユニット１０は、任意の形状の造形層を造形できる。

[0023] 粉体材料Ｍとしては、例えば、カーボン、ホウ素、マグネシウム、カルシウム、クロム、銅、鉄、マンガン、モリブテン、コバルト、ニッケル、ハフニウム、ニオブ、チタン、およびアルミニウム等の粉末が挙げられる。粉体材料Ｍとしては、クロム、銅、鉄、マンガン、モリブテン、コバルト、ニッケル、ハフニウム、ニオブ、チタン、およびアルミニウム等の金属およびこれらの合金の粉末が好ましい。合金としては、例えば、ステンレス合金、ニッケル合金。アルミニウム合金、およびチタン合金等が挙げられる。

これらの中でも本発明の効果が顕著に得られることを期待できることから、コバルト、ニッケル、ハフニウム、ニオブ、チタン、アルミニウム、ステンレス合金、ニッケル合金。アルミニウム合金、およびチタン合金が好ましい。

粉体材料Ｍが粒子状である場合、粉体材料Ｍの粒径は特に限定されないが、例えば１０～２００μｍ程度とすることができる。

[0024] （積層造形ユニット１０の造形部）

積層造形ユニット１０の造形部は、チャンバー３と、造形室５と、造形ステージ９とを含む。チャンバー３、造形室５、および造形ステージ９に加えて、貯蔵室４、回収室６、リコーター７、および貯蔵ステージ８も、積層造形ユニット１０の造形部の構成とみなしてもよい。

チャンバー３は、シールドガスが充填される容器である。チャンバー３には、第１の供給ラインＬ１の一次側の端部、第２の供給ラインＬ２の二次側

の端部、シールドガス供給ラインＬ４の二次側の端部がそれぞれ接続されている。シールドガス供給ラインＬ４の図示略の一次側の端部は、図示略のシールドガスの供給源と接続されている。シールドガス供給ラインＬ４を介して、チャンバー３内の空間には、シールドガスが充填される。

加えて、チャンバー３には図示略のパージラインの端部が接続されている。図示略のパージラインは、シールドガスの充填の際（後述のステップ（ｃ）に相当する。）に、チャンバー３内のガスをチャンバー３外に排出する。

[0025] シールドガスは、チャンバー３内の空間の酸素を低減するためのガスである。シールドガスとしては、窒素ガス、ヘリウムガス、アルゴンガス、およびこれらガスを任意の組み合わせを含む混合ガス等が挙げられる。

シールドガスの組成は、通常、一定の組成成分で構成される。よって、チャンバー３内の空間にシールドガスを供給することで、必要量のエネルギーのレーザーＬを粉体材料Ｍに安定して照射でき、一定の性質の造形層を確実に造形でき、積層造形物の品質が向上する。

加えて、チャンバー３内の空間へのシールドガスの供給により、造形層の造形および積層の際に粉体材料Ｍの周囲の雰囲気中の酸素濃度をできる限り低減できる。そのため、積層造形物の機械的物性等を高め、形状の劣化を低減でき、積層造形物の品質が向上する。

[0026] チャンバー３の底面Ｂには、貯蔵室４と、造形室５と、回収室６とが形成されている。貯蔵室４、造形室５、および回収室６は、例えば、柱状の空間を有する。柱状の空間の形状は、特に限定されない。その形状は、例えば、円柱状でもよく、多角柱状等でもよい。

積層造形ユニット１０においては、チャンバー３の底面Ｂの下方に貯蔵室４、造形室５、回収室６が形成されている形態であるが、本実施形態の他の一例では、チャンバー３の底面Ｂに設けられた台座の上面に貯蔵室、造形室、および回収室をそれぞれ設けてもよい。ここで当該台座は、粉体材料Ｍの貯蔵、供給、回収、粉体材料Ｍへの熱の供給による造形、および造形層の積層等の操作を行うためのものである。他にも、本実施形態の他の一例では、

チャンバー３内の空間とそれぞれ連通するように貯蔵室、造形室、および回収室をチャンバー３外に設けてもよい。

[0027] 貯蔵室４は、チャンバー３の底面Ｂから下方に形成された空間を有する。貯蔵室４内には貯蔵ステージ８が配置されている。貯蔵ステージ８の上側には造形層の造形を行う前の粉体材料Ｍが載置される。このように、貯蔵室４は、貯蔵ステージ８の上側の空間に未使用の粉体材料Ｍを貯蔵している。

貯蔵ステージ８は、上下動可能な可動棒８ａに支持されている。可動棒８ａの上下動により、貯蔵ステージ８は貯蔵室４の内壁に沿って貯蔵室４内の空間を上下方向に移動する。貯蔵ステージ８が上方向に移動することで、貯蔵ステージ８の上面に載置された粉体材料Ｍがチャンバー３の底面Ｂより上側にはみ出すことになる。積層造形ユニット１０においては、チャンバー３の底面Ｂより上側にはみ出した分の貯蔵ステージ８上の粉体材料Ｍを、リコーター７の左右方向の移動によって造形ステージ９の上側に搬送する。

[0028] 造形室５は、チャンバー３の底面Ｂから下方に形成された空間を有する。造形室５内には造形ステージ９が配置されている。造形ステージ９は、上下動可能な可動棒９ａに支持されている。可動棒９ａの上下動により、造形ステージ９は造形室５の内壁に沿って造形室５内の空間を上下方向に移動する。

造形ステージ９の上側にはレーザーＬが照射される粉体材料Ｍが載置される。通常、造形ステージ９上の粉体材料Ｍは、貯蔵ステージ８からリコーター７によって搬送されたものである。

[0029] 積層造形ユニット１０においては、造形ステージ９上の粉体材料Ｍにレーザーが照射されることで、造形層が形成される。そして、造形ステージ９上で造形層の造形および積層を繰り返す。

造形ステージ９上の粉体材料Ｍにレーザーが照射され、ある一つの任意の形状の造形層が造形された状態を一例に、造形ステージ９上における造形層の造形および積層を説明する。

ある一つの任意の形状の造形層が造形された後、可動棒９ａが下方向に移

動して造形ステージ９が下方向に移動すると、新たな粉体材料Ｍがリコーター７によって貯蔵ステージ８上から一つの任意の形状の造形層の上側に供給されて敷き詰められる。この状態で、レーザーＬの照射による新たな造形層（形状は任意である。）の造形をさらに行うと、すでに造形された一つの任意の形状の造形層の上側に新たな造形層がさらに設けられる。その後、造形ステージ９がさらに下方向に移動し、新たな粉体材料Ｍが貯蔵ステージ８上からさらに供給される。次いで、レーザーＬがさらに照射されると、新たな造形層がすでに積層された造形層の上側にさらに設けられ、積層される。このようにして、造形ステージ９上では造形層の造形および造形層の積層が順次行われる。

[0030] 積層造形ユニット１０は、レーザー発振器１と、貯蔵ステージ８と、造形ステージ９とを含むため、レーザーＬの照射、造形ステージ９の下降、新たな粉体材料Ｍの供給を繰り返すことができ、造形層を順次積層して積層造形物Ｘを製造できる。そして積層造形物Ｘが完成する頃には、積層造形物Ｘの上端の位置がチャンバー３の底面Ｂと同じ高さとなるような位置まで、造形ステージ９が下降する。

[0031] 回収室６は、チャンバー３の底面Ｂから下方に形成された空間を有する。

造形層の造形を行った後の粉体材料は、造形ステージ９上でレーザーＬの照射がされなかった部分に残った粉体材料である。造形ステージ９上でレーザーＬが照射された粉体材料Ｍの周囲の粉体材料は、レーザーＬが直接照射されていないとしても、レーザーＬが照射された部位から伝導する高熱によって変質していることがある。そのため、レーザーＬが照射された粉体材料Ｍの周囲の粉体材料を、造形層の造形を行った後の粉体材料として、回収室６に搬送する。このように回収室６は、使用後の粉体材料を回収するためのものである。

[0032] 第１の濃度計Ｃ１は、チャンバー３内の酸素濃度を測定する。第１の濃度計Ｃ１は後述のＣＰＵ３７と電気的に接続されている。第２の濃度計Ｃ２は、チャンバー３内の水分濃度を測定する。第２の濃度計Ｃ２は後述のＣＰＵ

３７と電気的に接続されている。

積層造形システム７０においては、第１の濃度計Ｃ１および第２の濃度計Ｃ２はチャンバー３内に配置されているが、第１の濃度計Ｃ１、第２の濃度計Ｃ２は、チャンバー３内に供給される第２の供給ラインＬ２内のガス中の酸素濃度、水分濃度を測定可能な位置に配置されていれば特に限定されない。

[0033] 図３は、積層造形システム７０が備える濃度調整ユニット３０の構成を示す模式図である。図３に示すように濃度調整ユニット３０は、第１の精製塔３１と、第２の精製塔３２と、第３の精製塔３３と、第４の精製塔３４と、ブロワー３５と、第２のガス成分の供給源３６と、ＣＰＵ３７と、第１の接続ラインＬ５と、第２の接続ラインＬ６と、第３の接続ラインＬ７と、第１のバイパスラインＬ８と、第２のバイパスラインＬ９と、第３のバイパスラインＬ１０と、第４のバイパスラインＬ１１と、第３の供給ラインＬ１２と、電磁バルブＶ４～Ｖ１６とを含む。

[0034] 濃度調整ユニット３０は、精製部と、供給部と、制御部とを有する。

精製部は、チャンバー３内のシールドガス中の不純物となる第１のガス成分を、粉体材料Ｍに応じて除去する。

濃度調整ユニット３０において精製部は、第１の精製塔３１、第２の精製塔３２、第３の精製塔３３、第４の精製塔３４、ブロワー３５、第１の接続ラインＬ５、第２の接続ラインＬ６、第３の接続ラインＬ７、第１のバイパスラインＬ８、第２のバイパスラインＬ９、第３のバイパスラインＬ１０、第４のバイパスラインＬ１１、および電磁バルブＶ４～Ｖ１５を具備する。

供給部は、粉体材料Ｍに応じて選択される第２のガス成分を必要に応じてチャンバー３内に供給する。

濃度調整ユニット３０において供給部は、第２のガス成分の供給源３６、第３の供給ラインＬ１２、および電磁バルブＶ１６を具備する。

制御部は、粉体材料Ｍに応じて第１のガス成分および第２のガス成分の供給の有無を粉体材料Ｍに応じて決定する。制御部は、第２のガス成分の供給

を実行すると決定した場合に、第２のガス成分を粉体材料Ｍに応じてさらに決定する。濃度調整ユニット３０においては、ＣＰＵ３７が制御部を構成する。

[0035] 図３に示すように、ブロワー３５は第１の供給ラインＬ１に設けられている。ブロワー３５は第１の供給ラインＬ１内のシールドガスを吸引することで、チャンバー３内のシールドガスの一部を第１の精製塔３１、第２の精製塔３２、第３の精製塔３３、および第４の精製塔３４に供給する。

[0036] ＣＰＵ３７は、第１のガス成分および第２のガス成分の供給の有無を粉体材料Ｍに応じて決定し、電磁バルブＶ４～Ｖ１６に指示する。第２のガス成分の供給を実行する場合、ＣＰＵ３７は、第２のガス成分のガス種を粉体材料Ｍに応じてさらに決定し、第２のガス成分の供給源３６に指示する。

ＣＰＵ３７は、第１のガス成分および第２のガス成分に関する指示内容を粉体材料Ｍに応じて自動的に決定できるプログラムを有してもよく、積層造形システム７０の使用者が粉体材料Ｍに応じて第１のガス成分および第２のガス成分に関する指示内容を手動で決定できるスイッチボタンを有してもよい。

[0037] ＣＰＵ３７は、粉体材料Ｍの種類に関する情報を外部シグナルとして受信する。ＣＰＵ３７は、粉体材料Ｍの材質等の情報（外部シグナル）に基づいて、精製部における第１のガス成分のガス種を決定する。加えて、ＣＰＵ３７は、粉体材料Ｍの材質の情報の他、第１の濃度計Ｃ１および第２の濃度計Ｃ２から送信されるチャンバー３内の酸素濃度および水分濃度の測定値に基づいて、第１のガス成分を決定してもよい。

ＣＰＵ３７は、粉体材料Ｍの材質等の情報（外部シグナル）に基づいて、第２のガス成分の供給の有無を決定する。そして、ＣＰＵ３７は、第２のガス成分の供給を実行すると決定したときに、第２のガス成分のガス種を決定する。例えば、ＣＰＵ３７は、粉体材料Ｍの材質等の情報を外部シグナルとして与えられ、第２のガス成分の供給により積層造形物Ｘの品質向上を期待できるとき、第２のガス成分の供給の実行を決定し、粉体材料Ｍに応じて第

２のガス成分のガス種を決定する。

[0038] ＣＰＵ３７は、電磁バルブＶ１～Ｖ３、第１の濃度計Ｃ１、および第２の濃度計Ｃ２に加えて、第２のガス成分の供給源３６および電磁バルブＶ４～Ｖ１６のそれぞれと電気的に接続されている。これにより、ＣＰＵ３７は、決定した第１のガス成分のガス種に関する指示信号として、電磁バルブＶ４～Ｖ１６の開閉状態を指示できる。そのため、ＣＰＵ３７は、濃度調整ユニット３０の精製部において、第１の精製塔３１、第２の精製塔３２、第３の精製塔３３、第４の精製塔３４のうち、いずれの精製塔をチャンバー３内のシールドガス中の不純物の除去に使用するかを指示できる。

[0039] ＣＰＵ３７が第２のガス成分の供給の有無を決定したとき、ＣＰＵ３７は、第２のガス成分の供給の有無に関する指示信号として、電磁バルブＶ１６の開閉状態を指示できる。

第２のガス成分の供給を実行する場合、ＣＰＵ３７は、電磁バルブＶ１６を開状態とするよう指示する。第２のガス成分の供給を実行する場合、ＣＰＵ３７は、第２のガス成分を決定し、決定した第２のガス成分のガス種に関する指示信号を供給源３６に送信して、第２のガス成分のガス種を供給源３６に指示する。

第２のガス成分の供給を実行しない場合、ＣＰＵ３７は、電磁バルブＶ１６を閉状態とするよう指示する。

[0040] 制御部としてＣＰＵ３７を有する濃度調整ユニット３０により、第１の精製塔３１、第２の精製塔３２、第３の精製塔３３、および第４の精製塔３４のうち、いずれの精製塔をシールドガスの精製に使用するかを決定でき、第２のガス成分の供給の有無を決定し、必要に応じて第２のガス成分のガス種を決定できる。

積層造形システム７０においては、ＣＰＵ３７を濃度調整ユニット３０が備える構成として開示されているが、他の実施形態例においては、ＣＰＵ３７を積層造形システム７０が備える構成とし、濃度調整ユニット３０とは独立した構成としてもよい。

[0041] （濃度調整ユニット３０の精製部）

濃度調整ユニット３０の精製部は、シールドガス中の不純物となる第１のガス成分を、粉体材料Ｍに応じて除去する。濃度調整ユニット３０においては、ＣＰＵ３７によって、第１の精製塔３１、第２の精製塔３２、第３の精製塔３３、および第４の精製塔３４のうち、いずれの精製塔をシールドガスの精製に使用するかを決定し、第１のガス成分が決定される。

[0042] 濃度調整ユニット３０においては、第１のガス成分は、酸素、水分（水蒸気）、窒素である。ただし、他の実施形態例においては、第１のガス成分として、これらの化学種のガス成分に加えて、他の化学種のガス成分を採用してもよい。

[0043] 第１のガス成分は、例えば、粉体材料Ｍの材質に応じて選択できる。第１のガス成分は、一種でもよく、複数種のガス成分の組み合わせでもよい。

その一例としては、粉体材料Ｍがステンレス合金、またはニッケル合金である場合、積層造形物Ｘの機械的特性が優れることから、第１のガス成分は、酸素および水分の２種のガス成分の組み合わせが好ましい。

粉体材料Ｍがアルミニウム合金である場合、積層造形物Ｘの空孔が低減し、機械的特性が優れることから、第１のガス成分は、水分の１種のガス成分のみが好ましい。

粉体材料Ｍがチタン合金である場合、積層造形物Ｘの空孔が低減し、機械的特性が優れることから、第１のガス成分は、酸素、水分および窒素の３種のガス成分の組み合わせが好ましい。

[0044] 第１の精製塔３１は、シールドガスから酸素を第１のガス成分として除去する精製塔である。第１の精製塔３１には、例えば、ニッケル系触媒、亜鉛系触媒等の酸素を吸着可能な吸着剤が充填されている。第１の精製塔３１に充填される吸着剤は、第１の精製塔３１内に導入されるガス中の酸素の濃度に対して、９９．９９％以上の酸素を除去可能であるものが好ましい。第１の精製塔３１は、粉体材料Ｍの材質を考慮し、チャンバー３内のシールドガスから酸素を除去することで、積層造形物の品質向上を期待できるときに使

用する。

[0045] 第１の精製塔３１は、第１の供給ラインＬ１の二次側の端部と接続されている。第１の供給ラインＬ１の二次側の端部の付近には電磁バルブＶ４が設けられている。電磁バルブＶ４が開状態であるとき、第１の精製塔３１には第１の供給ラインＬ１を介してチャンバー３内のシールドガスの一部が供給される。この場合、第１の精製塔３１は内部に供給されたシールドガスから酸素を第１の成分として除去する。

[0046] 第１の接続ラインＬ５は、第１の精製塔３１の二次側の端部と、第２の精製塔３２の一次側の端部とを接続する。第１の接続ラインＬ５の一次側の端部の付近には電磁バルブＶ５が設けられている。電磁バルブＶ５が開状態であるとき、第１の接続ラインＬ５は、第１の精製塔３１内のガスを第２の精製塔３２等、濃度調整ユニット３０において第１精製塔３１に対して二次側に位置する各構成に供給可能である。

ここで、濃度調整ユニット３０においては、チャンバー３内のガスが第１の供給ラインＬ１、各接続ラインＬ５～Ｌ７を経由して第２の供給ラインＬ２に流れる方向の上流側を一次側とし、下流側を二次側とする。

[0047] 第１のバイパスラインＬ８は、電磁バルブＶ４の一次側の第１の供給ラインＬ１と、電磁バルブＶ５の二次側の第１の接続ラインＬ５とを接続する。また、第１のバイパスラインＬ８には電磁バルブＶ６が設けられている。

電磁バルブＶ４、Ｖ５がいずれも閉状態であり、電磁バルブＶ６が開状態であるとき、第１の供給ラインＬ１内のシールドガスを第１の精製塔３１に供給せずに、第１のバイパスラインＬ８を介して、当該シールドガスを第１の精製塔３１の二次側の第２の精製塔３２に供給できる。

一方、電磁バルブＶ６が閉状態であり、電磁バルブＶ４、Ｖ５がいずれも開状態であるとき、濃度調整ユニット３０は、第１の供給ラインＬ１内のシールドガスを第１の精製塔３１に供給し、第１の精製塔３１内で酸素が除去されたガスを第２の精製塔３２に供給できる。

[0048] 第２の精製塔３２は、シールドガスから水分を第１のガス成分として除去

する精製塔である。第２の精製塔３２には、例えば、ニッケル系触媒とゼオライトの混合物等の水分を吸着可能な吸着剤が充填されている。第２の精製塔３２に充填される吸着剤は、第２の精製塔３２内に導入されるガス中の水分の濃度に対して、９９．９９％以上の水分を除去可能であるものが好ましい。第２の精製塔３２は、粉体材料Ｍの材質を考慮し、チャンバー３内のシールドガスから水分を除去することで、積層造形物の品質向上を期待できるときに使用する。

[0049] 第２の精製塔３２は、第１の接続ラインＬ５の二次側の端部と接続されている。第１の接続ラインＬ５の二次側の端部の付近には電磁バルブＶ７が設けられている。電磁バルブＶ７が開状態であるとき、第２の精製塔３２には第１の接続ラインＬ５内からガスが供給される。この場合、第２の精製塔３２は内部に供給されたシールドガスから水分を第１の成分として除去する。

[0050] 第２の接続ラインＬ６は、第２の精製塔３２の二次側の端部と、第３の精製塔３３の一次側の端部とを接続する。第２の接続ラインＬ６の一次側の端部の付近には電磁バルブＶ８が設けられている。電磁バルブＶ８が開状態であるとき、第２の接続ラインＬ６を介して、第２の精製塔３２内のガスを、第３の精製塔３３等、濃度調整ユニット３０において第２精製塔３２に対して二次側に位置する各構成に供給可能である。

[0051] 第２のバイパスラインＬ９は、電磁バルブＶ７の一次側の第１の接続ラインＬ５と、電磁バルブＶ８の二次側の第２の接続ラインＬ６とを接続する。また、第２のバイパスラインＬ９には電磁バルブＶ９が設けられている。

電磁バルブＶ７、Ｖ８がいずれも閉状態であり、電磁バルブＶ９が開状態であるとき、第１の接続ラインＬ５内のシールドガスを第２の精製塔３２に供給せずに、第２のバイパスラインＬ９を介して、当該シールドガスを第２の精製塔３２の二次側の第３の精製塔３３に供給できる。

一方、電磁バルブＶ９が閉状態であり、電磁バルブＶ７、Ｖ８がいずれも開状態であるとき、第１の接続ラインＬ５内のガスを第２の精製塔３２に供給でき、第２の精製塔３２内で水分が除去されたガスを第３の精製塔３３に

供給できる。

[0052] 第３の精製塔３３は、シールドガスから窒素を第１のガス成分として除去する精製塔である。第３の精製塔３３には、例えば、シリカゲル等の窒素を吸着可能な吸着剤が充填されている。第３の精製塔３３に充填される吸着剤は、第３の精製塔３３内に導入されるガス中の窒素濃度に対して、９９．９９％以上の窒素を除去可能であるものが好ましい。第３の精製塔３３は、粉体材料Ｍの材質を考慮し、チャンバー３内のシールドガスから窒素を除去することで、積層造形物の品質向上を期待できるときに使用する。

[0053] 第３の精製塔３３は、第２の接続ラインＬ６の二次側の端部と接続されている。第２の接続ラインＬ６の二次側の端部の付近には電磁バルブＶ１０が設けられている。電磁バルブＶ１０が開状態であるとき、第３の精製塔３３には第２の接続ラインＬ６内からガスが供給される。この場合、第３の精製塔３３は内部に供給されたシールドガスから窒素を第１の成分として除去する。

[0054] 第３の接続ラインＬ７は、第３の精製塔３３の二次側の端部と、第４の精製塔３４の一次側の端部とを接続する。第３の接続ラインＬ７の一次側の端部の付近には電磁バルブＶ１１が設けられている。電磁バルブＶ１１が開状態であるとき、第３の接続ラインＬ７を介して、第３の精製塔３３内のガスを、第４の精製塔３４等、濃度調整ユニット３０において第３精製塔３３に対して二次側に位置する各構成に供給可能である。

[0055] 第３のバイパスラインＬ１０は、電磁バルブＶ１０の一次側の第２の接続ラインＬ６と、電磁バルブＶ１１の二次側の第３の接続ラインＬ７とを接続する。また、第３のバイパスラインＬ１０には電磁バルブＶ１２が設けられている。

電磁バルブＶ１０、Ｖ１１がいずれも閉状態であり、電磁バルブＶ１２が開状態であるとき、第２の接続ラインＬ６内のシールドガスを第３の精製塔３３に供給せずに、第３のバイパスラインＬ１０を介して、第３の精製塔３３の二次側の第４の精製塔３４に供給できる。

一方、電磁バルブＶ１２が閉状態であり、電磁バルブＶ１０、Ｖ１１がいずれも開状態であるとき、第２の接続ラインＬ６内のガスを第３の精製塔３３に供給でき、第３の精製塔３３内で窒素が除去されたガスを第４の精製塔３４に供給できる。

[0056] 第４の精製塔３４は、シールドガスから水分を第１のガス成分として除去し、酸素を除去しない精製塔である。第４の精製塔３４には、例えば、ゼオライト等の水分を吸着可能であり、かつ、酸素を吸着しない吸着剤が充填されている。第４の精製塔３４に充填される吸着剤は、第４の精製塔３４内に導入されるガス中の水分の濃度に対して、９９．９９％以上の水分を除去可能であるものが好ましい。第４の精製塔３４は、粉体材料Ｍの材質を考慮し、チャンバー３内のシールドガスから水分を除去し、かつ、第２の成分として酸素を供給することで、積層造形物の品質向上を期待できるときに使用する。

[0057] 第４の精製塔３４は、第３の接続ラインＬ７の二次側の端部と接続されている。第３の接続ラインＬ７の二次側の端部の付近には電磁バルブＶ１３が設けられている。電磁バルブＶ１３が開状態であるとき、第４の精製塔３４には第３の接続ラインＬ７内からガスが供給される。この場合、第４の精製塔３４が内部に供給されたシールドガスから水分を第１の成分として除去する。第４の精製塔３４には酸素を吸着しない吸着剤が充填されているため、第４の精製塔３４は内部に供給されたシールドガスから酸素を除去しない。

[0058] 第４の精製塔３４の二次側の端部は、第２の供給ラインＬ２の一次側の端部と接続されている。第２の供給ラインＬ２の一次側の端部の付近には電磁バルブＶ１４が設けられている。電磁バルブＶ１４が開状態であるとき、第４の精製塔３４内のガスを、第２の供給ラインＬ２に供給可能である。

[0059] 第４のバイパスラインＬ１１は、電磁バルブＶ１３の一次側の第３の接続ラインＬ７と、電磁バルブＶ１４の二次側の第２の供給ラインＬ２とを接続する。また、第４のバイパスラインＬ１１には電磁バルブＶ１５が設けられている。

電磁バルブＶ１３、Ｖ１４がいずれも閉状態であり、電磁バルブＶ１５が開状態であるとき、第４のバイパスラインＬ１１を介して、第３の接続ラインＬ７内のシールドガスを第４の精製塔３４に供給せずに、第４の精製塔３４の二次側の第２の供給ラインＬ２に供給できる。

一方、電磁バルブＶ１５が閉状態であり、電磁バルブＶ１３、Ｖ１４がいずれも開状態であるとき、第３の接続ラインＬ７内のガスを第４の精製塔３４に供給でき、第４の精製塔３４で水分のみ除去されたガスを第２の供給ラインＬ２に供給できる。

[0060] （濃度調整ユニット３０の供給部）

濃度調整ユニット３０の供給部は、粉体材料Ｍに応じて選択される第２のガス成分を必要に応じてチャンバー３内に供給する。濃度調整ユニット３０においては、ＣＰＵ３７によって、第２のガス成分の供給の実行の有無を決定し、必要に応じて第２のガス成分のガス種を決定する。第２のガス成分の供給を実行する場合、第２のガス成分は、例えば、粉体材料Ｍの材質に応じて選択できる。

[0061] 第２のガス成分としては、水素、酸素、一酸化炭素、二酸化炭素、およびアンモニア、ヘリウム等が挙げられる。第２のガス成分は、一種単独でもよく、複数種のガス成分の組み合わせでもよい。

例えば、粉体材料Ｍがアルミニウム合金である場合、積層造形物Ｘの空孔が低減し、機械的特性の向上が期待できることから、第２のガス成分は酸素が好ましい。粉体材料Ｍがチタン系合金である場合、造形速度の向上が期待できることから、第２のガス成分はヘリウムが好ましい。

[0062] 第２のガス成分の供給源３６は、水素、酸素、一酸化炭素、二酸化炭素、アンモニア、およびヘリウムからなる群から選ばれる一つ以上の供給源である。第２のガス成分の供給源３６は、第２のガス成分のガス種の数に応じた複数の供給源を有する形態でもよく、供給対象となる第２のガス成分を複数のガス種の内から選択して切り替えることできる一つの供給源を有する形態でもよい。

供給源３６の形態は、ＰＳＡ方式のガス発生装置でもよく、ガスボンベの形態でもよい。例えば、第２のガス成分が酸素である場合、供給源３６としては、ＰＳＡ方式の酸素発生器、酸素ボンベ等が挙げられる。第２のガス成分の供給源３６は、第３の供給ラインＬ１２を介して第２の供給ラインＬ２と接続されている。

[0063] 第３の供給ラインＬ１２は、第２の供給ラインＬ２中のガスに第２のガス成分を必要に応じて供給する。第３の供給ラインＬ１２には電磁バルブＶ１６が設けられている。電磁バルブＶ１６が開状態であるとき、第３の供給ラインＬ１２は、供給源３６で選択された第２のガス成分を第２の供給ラインＬ２中のガスに供給可能である。

以上説明した構成を備える濃度調整ユニット３０の供給部は、第３の供給ラインＬ１２、第２の供給ラインＬ２をこの順に経由して、第２のガス成分を必要に応じてチャンバー３内に供給する。

[0064] （フィルターユニット５０）

図１に示すように、フィルターユニット５０は、フィルター５１と、ベンチレーター５２とを含む。フィルターユニット５０は、ベンチレーター５２によってチャンバー３内のシールドガスの一部を取り出し、シールドガス中のフューム、スパッタ等の固体の不純物をフィルター５１で除去する。チャンバー３内のシールドガス中のフューム、スパッタ等の固体の不純物を除去することで、積層造形物Ｘの品質をさらに高めることができる。

[0065] （作用効果）

以上説明した積層造形システム７０にあっては、濃度調整ユニット３０を備える。濃度調整ユニット３０は、シールドガス中の不純物となる第１のガス成分を、粉体材料に応じて除去する精製部を有する。そのため、粉体材料の材質等に応じてシールドガス中の不純物となるガス成分を第１の精製塔、第２の精製塔、第３の精製塔、および第４の精製塔のうちから選択して除去できる。よって、チャンバー内のシールドガス中の金属造形物の製造に不要なガス成分、または金属造形物の機械的特性の低下の原因となるガス成分の

濃度を粉体材料に応じて低減でき、粉体材料に応じて金属造形物の品質をさらに高めることができる。

加えて、濃度調整ユニット３０は、粉体材料に応じて選択される第２のガス成分を必要に応じてチャンバー内に供給する供給部を有する。そのため、粉体材料の材質等に応じて積層造形物Ｘの品質向上に寄与すると期待されるガス成分をチャンバー内に供給し、その濃度を一定に保持できる。その結果、チャンバー内のシールドガス中の第２のガス成分の濃度が粉体材料に応じて最適化され、粉体材料に応じて金属造形物の品質をさらに高めることができる。

[0066] 本積層造形システムは、濃度調整ユニット３０と、循環ラインＬ３とを備え、濃度調整ユニット３０は、所定の精製部と、供給部とを有する。そのため、本積層造形システムによればチャンバー３内のシールドガスの一部を取り出し、濃度調整ユニットによってシールドガスの濃度を調整しながら、かつ、ヒューム、スパッタ等の固体の不純物を除去できる。その結果、チャンバー３内のシールドガス中のガス成分の組成を金属造形物の品質向上のために最適化された濃度（目標値）に、きわめて短時間で低減でき、必要に応じてチャンバー３内の第２のガス成分の濃度を目標値に調整し、目標値を安定的に維持できる。

[0067] 本積層造形システムは、濃度調整ユニット３０と、第１の供給ラインＬ１と、第２の供給ラインＬ２とを備える。そのため、チャンバー３内にシールドガスを充填する際に、シールドガスの一部を第１の供給ラインＬ１によって取り出し、濃度調整ユニット３０の精製部で酸素を除去したあとに、第２の供給ラインＬ２によってチャンバー３内に再供給しながら、酸素をチャンバー３の内部からパージできる。その結果、シールドガスの供給のみによってチャンバー内の酸素のパージを行う場合と比較して、きわめて短時間で酸素濃度を低減でき、かつ、シールドガスの消費量を削減できる。したがって、従来の積層造形装置より、短時間で効率よく、品質がさらに向上した積層造形物を製造できる。

[0068] 本積層造形システムは、濃度調整ユニット３０およびフィルターユニット５０が、積層造形ユニット１０と別個の構成である。そのため、一般的に市販されている３Ｄプリンターに濃度調整ユニット３０、フィルターユニット５０に相当する構成を付加することで、種々の積層造形物の品質をさらに高めることができる。

[0069] ＜積層造形方法＞

以下、図１～３を参照しながら本実施形態例に係る積層造形方法について具体的に説明する。

本実施形態例に係る積層造形方法（以下、「本積層造形方法」と記載する。）は、シールドガスの存在下で、エネルギー線を用いて粉体材料に熱を供給して層を造形し、前記層を順次積層して積層造形物を製造する積層造形方法である。以下の説明においては、上述の積層造形システム７０を用いる場合を一例として本積層造形方法について説明するが、本発明は以下の記載に限定されない。

[0070] 本積層造形方法は、下記のステップ（ａ）と、ステップ（ｂ）とを有する。本積層造形方法は、下記のステップ（ｃ）をさらに有してもよい。

ステップ（ａ）：造形層を造形し、造形層を順次積層するステップ。

ステップ（ｂ）：シールドガス中のガス成分の濃度を調整するステップ。

ステップ（ｃ）：チャンバー内にシールドガスを充填することで、チャンバー内の酸素をチャンバー内からパージするステップ。

[0071] 本積層造形方法においては、ステップ（ａ）と、ステップ（ｂ）とを行う順序は特に限定されない。また、ステップ（ａ）とステップ（ｂ）とを同時並行で実施してもよい。

例えば、積層造形物の製造に際して、チャンバー３内のシールドガス中のガス成分の組成が積層造形物の品質を高めるためにすでに十分に最適化されている場合には、ステップ（ａ）から開始できる。この場合、ステップ（ａ）の最中にチャンバー３内のシールドガス中のガス成分の組成が変化し、第１のガス成分および第２のガス成分の濃度が目標値から変動することがある

。その後、ガス成分の組成の変化によって、積層造形物の品質を高めることができなくなるおそれが生じたとき、ステップ（ａ）を行いながら、または、ステップ（ａ）を一度中止してから、ステップ（ｂ）を開始する。

一方、積層造形物の製造に際して、チャンバー３内のシールドガス中のガス成分の組成が積層造形物の品質を高めるために十分に最適化されていない場合には、ステップ（ｂ）から開始できる。この場合、ステップ（ｂ）の最中にチャンバー３内のシールドガス中のガス成分の組成が変化し、第１のガス成分、第２のガス成分の濃度が目標値から変動することがある。その後、ガス成分の組成の最適化によって、積層造形物の品質を高めることができると期待できるとき、ステップ（ｂ）を行いながら、または、ステップ（ｂ）を一度中止してから、ステップ（ａ）を開始する。

[0072] 例えば、ステップ（ａ）の最中にレーザーＬを粉体材料Ｍに照射すると、粉体材料の表面に付着していたきわめて微量の水分（液体状態）が蒸発して水蒸気となり、チャンバー３内の水分濃度が高くなってしまうことがある。金属材料の粉体を使用する場合、水分の存在は、積層造形物の機械強度の低下の原因となる。そのため、第２の精製塔３２と、必要に応じて第４の精製塔３４とを使用することで、チャンバー３内の水分濃度を低減させる。ただし、粉体材料Ｍの種類との関係からチャンバー３内の水分の存在が金属造形物Ｘの品質向上のために好ましい場合には、チャンバー３内の水分濃度を低減させなくてもよい。

[0073] （ステップ（ｃ））

本積層造形方法の一例では、まず、ステップ（ｃ）を実施し、次いで、ステップ（ｂ）を実施する。例えば、未使用の粉体材料Ｍの貯蔵室４への供給の際や積層造形物の回収の際に、チャンバー３内が大気開放される場合がある。このとき、チャンバー３内の酸素濃度が上昇するため、ステップ（ｃ）を実施する。ただし、チャンバー３内の酸素濃度がすでに十分に低い場合には、ステップ（ｃ）を省略できる。

[0074] ステップ（ｃ）では、レーザーＬの照射の前にチャンバー３内にシールド

ガスを充填することで、チャンバー３内の酸素をチャンバー３内からパージ（排出）する。これにより、チャンバー３内のガスをシールドガスに置換でき、チャンバー３内の酸素濃度を低減できる。そのため、ステップ（ａ）の実施の際に、酸素濃度が十分に低減された雰囲気下で造形層の造形および造形層の積層が行われ、積層造形物の機械的強度が向上し、品質がよくなる。

ステップ（ｃ）では、例えば、図１に示す電磁バルブＶ１、Ｖ２を閉状態とし、シールドガス供給ラインＬ４からチャンバー３内にシールドガスを供給し、図示略のパージラインを開放する。これにより、チャンバー３内のガスをシールドガスに置換し、チャンバー３内の酸素濃度を低減できる。

[0075] 本積層造形方法においては、ステップ（ｃ）と、ステップ（ｂ）とを同時並行で実施してもよい。例えば、図１に示す電磁バルブＶ１、Ｖ２、Ｖ３を開状態とし、図３に示す電磁バルブＶ４、Ｖ５を開状態とし、シールドガス供給ラインＬ４からチャンバー３内にシールドガスを供給し、図示略のパージラインを開放する。これにより、チャンバー３内のガスをシールドガスに置換しながら、第１の精製塔３１で酸素を除去できるため、短時間でチャンバー３内の酸素濃度を低減できる。酸素以外のその他の第１のガス成分についても同様に除去しながら、ステップ（ｃ）と、ステップ（ｂ）を同時並行で実施してもよい。

[0076] （ステップ（ａ））

図２に示すようにステップ（ａ）では、チャンバー３内の粉体材料Ｍにエネルギー線としてレーザーＬを照射し、チャンバー３内で造形層を造形し、造形した造形層を順次積層する。ステップ（ａ）の実施は、チャンバー３内のシールドガス中のガス成分の組成が、粉体材料Ｍに応じて積層造形物の品質を高めるために十分に最適化されているときに開始するとよい。

[0077] ステップ（ａ）では、例えば、積層造形ユニット１０を使用して、チャンバー３内の造形ステージ９上で造形層の造形および積層を繰り返す。例えば、造形ステージ９の上側の粉体材料Ｍにレーザーが照射され、一つの造形層が造形された状態を一例に説明する。

一つの造形層が造形された後、通常は造形ステージ９が下方向に移動する。次いで、新たな粉体材料Ｍが一つの造形層の上側に貯蔵ステージ８上からリコーター７によって供給されて敷き詰められる。この状態で、レーザーＬの照射による新たな造形層の造形をさらに行うと、すでに造形された一つの造形層の上側に新たな造形層が設けられる。その後、造形ステージ９がさらに下方向に移動し、貯蔵ステージ８上から新たな粉体材料Ｍがさらに供給される。次いで、レーザーＬがさらに照射されると、新たな造形層がすでに積層された造形層の上側にさらに設けられる。

このようにして、ステップ（ａ）では、造形ステージ９上で造形層の造形および造形層の積層が順次行われる。

[0078] ステップ（ａ）では、積層造形ユニット１０において、あらかじめ入力されたデータに基づくレーザーＬの照射が終わり、積層造形物Ｘが完成したら、積層造形物Ｘを回収する。積層造形物Ｘの回収後には、造形ステージ９がチャンバー３の底面Ｂと同じ高さまで上昇し、造形層の造形を行った後の粉体材料をリコーター７によって回収室６に搬送する。回収室６で回収した使用後の粉体材料は、還元等の処理を行った後に再利用してもよい。

[0079] （ステップ（ｂ））

ステップ（ｂ）では、チャンバー３内のシールドガス中の不純物となる第１のガス成分を粉体材料Ｍに応じて除去し、粉体材料Ｍに応じて選択される第２のガス成分を必要に応じてチャンバー３内に供給する。

ステップ（ｂ）の実施は、チャンバー３内のシールドガス中のガス成分の組成が積層造形物の品質を高めるために最適化されていないときに開始するとよい。

[0080] 本積層造形方法に係るステップ（ｂ）では、第１のガス成分として、酸素、水分および窒素からなる群から選ばれる少なくとも一つ以上のガス成分をチャンバー３内のシールドガスから除去できる。例えば、図３に示す第１の精製塔３１、第２の精製塔３２、第３の精製塔３３、および第４の精製塔３４からなる群から選ばれる少なくとも一つを使用することで、第１のガス成

分をチャンバー３内のシールドガスから除去できる。

本積層造形方法に係るステップ（ｂ）では、ＣＰＵ３７によって、粉体材料Ｍの材質等の情報（外部シグナル）に基づいて、精製部における第１のガス成分のガス種を決定する。ステップ（ｂ）に際しては、例えば、粉体材料Ｍの材質を考慮し、第１の濃度計Ｃ１、第２の濃度計Ｃ２から送信されるチャンバー３内の酸素濃度、水分濃度に基づいて、第１のガス成分を決定してもよい。

[0081] 第１のガス成分の一例としては、下記の（Ｘ１）～（Ｘ７）が挙げられる。

（Ｘ１）：酸素の一種類のガス成分のみ

（Ｘ２）：水分の一種類のガス成分のみ

（Ｘ３）：窒素の一種類のガス成分のみ

（Ｘ４）：酸素、水分の二種類のガス成分の組み合わせ

（Ｘ５）：水分、窒素の二種類のガス成分の組み合わせ

（Ｘ６）：窒素、酸素の二種類のガス成分の組み合わせ

（Ｘ７）：酸素、水分、窒素の三種類のガス成分の組み合わせ

ただし、これらの組み合わせ（Ｘ１）～（Ｘ７）は、濃度調整ユニット３０の精製塔の構成に基づいて想定されるものであり、本発明において第１のガス成分はこれらの組み合わせに限定されない。本発明の他の実施形態例においては、精製塔の数および各精製塔内の吸着剤等を変更することで、第１のガス成分を適宜変更でき、これらの例示したガス成分に加えて、他のガス成分を第１のガス成分として除去してもよい。

[0082] 本積層造形方法に係るステップ（ｂ）では、粉体材料Ｍの種類に応じて第１のガス成分を切り替えることができる。

例えば、第１のガス成分が上記の（Ｘ１）である場合、図３に示す濃度調整ユニット３０において、第１の精製塔３１を使用する。具体的には、電磁バルブＶ４、Ｖ５、Ｖ９、Ｖ１２、Ｖ１５を開状態とし、電磁バルブＶ６、Ｖ７、Ｖ８、Ｖ１０、Ｖ１１、Ｖ１３、Ｖ１４を閉状態とする。これにより

、チャンバー３内のシールドガス中から、第１のガス成分として、酸素を第１の精製塔３１で除去できる。

同様に、第１のガス成分が上記の（Ｘ２）である場合、図３に示す濃度調整ユニット３０において、第２の精製塔３２を使用する。具体的には、電磁バルブＶ６、Ｖ７、Ｖ８、Ｖ１２、Ｖ１５を開状態とし、電磁バルブＶ４、Ｖ５、Ｖ９、Ｖ１０、Ｖ１１、Ｖ１３、Ｖ１４を閉状態とする。これにより、チャンバー３内のシールドガス中から、第１のガス成分として、水分を第２の精製塔３２で除去できる。

第１のガス成分が上記の（Ｘ３）である場合、図３に示す濃度調整ユニット３０において、第３の精製塔３３を使用する。具体的には、電磁バルブＶ６、Ｖ９、Ｖ１０、Ｖ１１、Ｖ１５を開状態とし、電磁バルブＶ４、Ｖ５、Ｖ７、Ｖ８、Ｖ１２、Ｖ１３、Ｖ１４を閉状態とする。これにより、チャンバー３内のシールドガス中から、第１のガス成分として、窒素を第３の精製塔３３で除去できる。

第１のガス成分が上記の（Ｘ４）である場合、図３に示す濃度調整ユニット３０において、第１の精製塔３１と、第２の精製塔３２とを組み合わせて使用する。具体的には、電磁バルブＶ４、Ｖ５、Ｖ７、Ｖ８、Ｖ１２、Ｖ１５を開状態とし、電磁バルブＶ６、Ｖ９、Ｖ１０、Ｖ１１、Ｖ１３、Ｖ１４を閉状態とする。これにより、チャンバー３内のシールドガス中から、第１のガス成分として、酸素、水分を第１の精製塔３１、第２の精製塔３２でそれぞれ除去できる。

第１のガス成分が上記の（Ｘ５）である場合、図３に示す濃度調整ユニット３０において、第２の精製塔３２と、第３の精製塔３３とを組み合わせて使用する。具体的には、電磁バルブＶ６、Ｖ７、Ｖ８、Ｖ１０、Ｖ１１、Ｖ１５を開状態とし、電磁バルブＶ４、Ｖ５、Ｖ９、Ｖ１２、Ｖ１３、Ｖ１４を閉状態とする。これにより、チャンバー３内のシールドガス中から、第１のガス成分として、水分、窒素を第２の精製塔３２、第３の精製塔３３でそれぞれ除去できる。

第１のガス成分が上記の（Ｘ６）である場合、図３に示す濃度調整ユニット３０において、第１の精製塔３１と、第３の精製塔３３とを組み合わせて使用する。具体的には、電磁バルブＶ４、Ｖ５、Ｖ９、Ｖ１０、Ｖ１１、Ｖ１５を開状態とし、電磁バルブＶ６、Ｖ７、Ｖ８、Ｖ１２、Ｖ１３、Ｖ１４を閉状態とする。これにより、チャンバー３内のシールドガス中から、第１のガス成分として、窒素、酸素を第１の精製塔３１、第３の精製塔３３でそれぞれ除去できる。

第１のガス成分が上記の（Ｘ７）である場合、図３に示す濃度調整ユニット３０において、第１の精製塔３１と、第２の精製塔３２と、第３の精製塔３３とを組み合わせて使用する。具体的には、電磁バルブＶ４、Ｖ５、Ｖ７、Ｖ８、Ｖ１０、Ｖ１１、およびＶ１５を開状態とし、電磁バルブＶ６、Ｖ９、Ｖ１２、およびＶ１４を閉状態とする。また、第１のガス成分が上記の（Ｘ７）である場合、図３に示す濃度調整ユニット３０において、第１の精製塔３１と、第２の精製塔３２と、第３の精製塔３３と、第４の精製塔３４とを組み合わせて使用することもできる。具体的には、電磁バルブＶ４、Ｖ５、Ｖ７、Ｖ８、Ｖ１０、Ｖ１１、Ｖ１３、およびＶ１４を開状態とし、電磁バルブＶ６、Ｖ９、Ｖ１２、およびＶ１５を閉状態とする。これにより、チャンバー３内のシールドガス中から、第１のガス成分として、酸素、水分、窒素を第１の精製塔３１、第２の精製塔３２、および第３の精製塔３３でそれぞれ除去できる。

[0083] 本積層造形方法に係るステップ（ｂ）では、チャンバー３内に、水素、酸素、一酸化炭素、二酸化炭素、アンモニアからなる群から選ばれる一つ以上のガス成分をチャンバー３内に供給できる。

本積層造形方法に係るステップ（ｂ）では、ＣＰＵ３７によって、粉体材料Ｍの材質等の情報（外部シグナル）に基づいて、第２のガス成分の供給の有無を決定し、第２のガス成分のガス種を決定する。ステップ（ｂ）に際しては、例えば、粉体材料Ｍの材質を考慮し、第２のガス成分を供給することで積層造形物Ｘの品質を高めることができると期待できるときに、第２のガ

ス成分を第２の供給ラインＬ２に供給することを決定し、粉体材料Ｍに応じて第２のガス成分のガス種を決定する。

[0084] 第２のガス成分の供給の実行の決定、および第２のガス成分の種類は、粉体材料Ｍの材質に応じて決定できる。また、粉体材料Ｍに関する情報に加えて、粉体材料Ｍに応じて決定された第１のガス成分のガス種、第１の濃度計Ｃ１および第２の濃度計Ｃ２によって測定されたチャンバー３内の酸素濃度および水素濃度に応じて決定することも可能である。

例えば、粉体材料Ｍがアルミニウム合金である場合、金属造形物の断面の空孔が低減され、金属造形物の品質のさらなる向上が可能となることから、第２のガス成分として酸素をチャンバー３内に供給することが好ましい。粉体材料Ｍがアルミニウム合金である場合、ＣＰＵ３７によって、第２のガス成分の供給が決定され、電磁バルブＶ１６を開状態となる。加えて、ＣＰＵ３７によって第２のガス成分のガス種が酸素に決定され、供給源３６として、酸素の供給源が選択される。

[0085] 粉体材料Ｍがアルミニウム合金である場合のように、第２のガス成分として酸素をチャンバー３内に供給する場合、第４の精製塔３４を使用することが好ましい。例えば、第１の濃度計Ｃ１から送信されるチャンバー３内の酸素濃度が最適化のための目標濃度より低い場合には、第１の精製塔３１を使用せず、第２の精製塔３２、第３の精製塔３３、および第４の精製塔３４を使用してもよい。この場合、バルブＶ６、Ｖ７、Ｖ８、Ｖ１０、Ｖ１１、Ｖ１３、およびＶ１４を開状態とし、バルブＶ４、Ｖ５、Ｖ９、Ｖ１２、およびＶ１５を閉状態とする。第１の精製塔３１および第２の精製塔３２を使用せず、第３の精製塔３３および第４の精製塔３４を使用することもできる。この場合、バルブＶ６、Ｖ９、Ｖ１２、Ｖ１３、およびＶ１４を開状態とし、バルブＶ４、Ｖ５、Ｖ７、Ｖ８、Ｖ１０、Ｖ１１、およびＶ１５を閉状態とする。さらには、第１の精製塔３１、第２の精製塔３２、第３の精製塔３３を使用せず、第４の精製塔３４のみを使用してもよい。この場合、バルブＶ６、Ｖ９、Ｖ１２、Ｖ１３、およびＶ１４を開状態とし、バルブＶ４、Ｖ

５、Ｖ７、Ｖ８、Ｖ１０、Ｖ１１、およびＶ１５を閉状態とする。これにより、チャンバー３内のシールドガスの水分濃度のみが低下し、必要量の酸素を供給源３６から第３の供給ラインＬ１２を介して第２の供給ラインＬ２に供給でき、チャンバー３内の酸素濃度を一定に保持できる。

なお、このような供給経路を通過して得たシールドガスであっても、酸素濃度が目標濃度より低い場合には、Ｖ１６を開として、第２のガス成分供給源３６から第３の供給ライン１２を介して酸素ガスをシールドガスに添加することもできる。

このように、本積層造形方法に係るステップ（ｂ）では、濃度調整ユニット３０の精製部で第１のガス成分が除去されたガスに第２のガス成分を必要に応じて供給できる。そのため、チャンバー３内の第２のガス成分の濃度を一定に保持することができ、粉体材料Ｍに応じて積層造形物の品質をさらに高めることが可能となる。

[0086] 例えば、粉体材料Ｍがアルミニウム合金である場合のように、第２のガス成分として酸素をチャンバー３内に供給する場合、ステップ（ｃ）では、第１の精製塔３１および第２の精製塔３２を使用し、チャンバー３内の酸素および水分をともに除去し、次いで、ステップ（ａ）、ステップ（ｂ）を同時に行うことも想定される。この場合、ステップ（ａ）では、チャンバー３内の水分濃度が上昇することも想定されるため、ステップ（ｂ）の実施により第２の精製塔３２で水分をシールドガスから除去する。

また、粉体材料Ｍがアルミニウム合金である場合、金属造形物の断面の空孔が低減され、金属造形物の品質のさらなる向上が可能となることから、ステップ（ｂ）では供給源３６から酸素をチャンバー３内に供給する。

他にも、粉体材料Ｍがステンレス合金、またはニッケル合金である場合、積層造形物Ｘの機械的特性が優れることから、ステップ（ｃ）では酸素および水分を第１の精製塔３１、第２の精製塔３２で除去しながら、チャンバー３からパージし、ステップ（ｂ）では、第１のガス成分として、酸素および水分の２種のガス成分の組み合わせを第１のガス成分として除去することが

好ましい。

また、粉体材料Ｍがチタン合金である場合、積層造形物Ｘの空孔が低減し、機械的特性が優れることから、ステップ（ｃ）では酸素、水分、および窒素の３種のガス成分を第１の精製塔３１、第２の精製塔３２、および第３の精製塔３３で除去しながら、これらの３種のガス成分をチャンバー３からパージし、ステップ（ｂ）では、これらの３種のガス成分を第１のガス成分として除去することが好ましい。

このように本実施形態に係る積層造形システム７０又は積層造形方法によれば、粉体材料Ｍに応じて、ステップ（ｂ）における第１のガス成分および／または第２のガス成分の選択により、金属造形物の品質をさらに高めることができる。

[0087] 本積層造形方法に係るステップ（ｂ）においては、図１に示すフィルターユニット５０によって、シールドガス中のフューム、スパッタ等の固体の不純物をフィルター５１で除去してもよい。特に、ステップ（ａ）では、造形層の造形および積層の際にフューム、スパッタ等の固体の不純物が生ずることがある。そのため、これらのフューム、スパッタ等の固体の不純物を積層造形物Ｘの品質をさらに高めることができる。

[0088] （作用効果）

以上説明した本積層造形方法にあっては、ステップ（ｂ）を有する。ステップ（ｂ）では、シールドガス中の不純物となる第１のガス成分を、粉体材料に応じて除去する。そのため、粉体材料の材質等に応じてシールドガス中の不純物となるガス成分を第１の精製塔、第２の精製塔、第３の精製塔、および第４の精製塔のうちから選択して除去できる。よって、チャンバー内のシールドガス中の金属造形物の製造に不要なガス成分、金属造形物の機械的特性の低下の原因となるガス成分の濃度を粉体材料に応じて低減でき、金属造形物の品質を粉体材料に応じてさらに高めることができる。

加えて、本積層造形方法に係るステップ（ｂ）では、粉体材料に応じて選択される第２のガス成分を必要に応じてチャンバー内に供給する。そのため

、粉体材料の材質等に応じて積層造形物Ｘの品質向上に寄与すると期待されるガス成分をチャンバー内に供給し、その濃度を一定に保持できる。その結果、チャンバー内のシールドガス中の第２のガス成分の濃度が粉体材料に応じて最適化され、金属造形物の品質を粉体材料に応じてさらに高めることができる。

[0089] 本積層造形方法によればチャンバー３内のシールドガスの一部を取り出し、濃度調整ユニットによってシールドガスの濃度を調整しながら、かつ、ヒューム、スパッタ等の固体の不純物を除去できる。その結果、チャンバー３内のシールドガス中のガス成分の組成を金属造形物の品質向上のために最適化された濃度（目標値）に、きわめて短時間で低減でき、必要に応じてチャンバー３内の第２のガス成分の濃度を目標値に調整し、目標値を安定的に維持できる。

例えば、本積層造形方法において、第１のガス成分として、酸素および水分をチャンバー内のシールドガスから除去することで、チャンバー３内のシールドガス中の酸素濃度および水分濃度をきわめて低濃度に短時間で調整できる。そして、必要に応じて酸素を第２のガス成分として、供給源３６から第３の供給ラインＬ１２、および第２の供給ラインＬ２を介してチャンバー３内に供給することで、酸素濃度を最適化された濃度に調整し、最適化した成分組成を維持できる。

[0090] 本積層造形方法によれば、チャンバー３内にシールドガスを充填する際に、シールドガスの一部を第１の供給ラインによって取り出し、濃度調整ユニットの精製部で酸素を除去したあとに、第２の供給ラインＬ２によってチャンバー３内に再供給しながら、酸素をチャンバー内からパージできる。その結果、シールドガスの供給のみによってチャンバー内の酸素のパージを行う場合と比較して、きわめて短時間で酸素濃度を低減でき、かつ、シールドガスの消費量を削減できる。したがって、従来の積層造形方法より、短時間で効率よく、品質がさらに向上した積層造形物を製造できる。

[0091] 本積層造形方法に係るステップ（ｃ）では、チャンバー３内のシールドガ

スの一部を第１の供給ラインＬ１によって取り出し、当該シールドガスから酸素を第１の精製塔３１によって除去できる。次いで、第２の供給ラインＬ２を介してチャンバー３内に再供給できる。このように、チャンバー３内と、第１の精製塔３１内との間でチャンバー３内のシールドガスの一部を循環させることができるため、短時間でチャンバー３内のシールドガス中の酸素濃度を低減できる。

加えて、チャンバー３内と、第１の精製塔３１内との間でチャンバー３内のシールドガスの一部を循環させる間は、シールドガス供給ラインＬ４によりシールドガスを新たにチャンバー３内に供給しなくてもよい。そのため、本実施形態によれば、相対的に少量のシールドガスの供給量で、従来大量のシールドガスをチャンバー３内に供給しなければ達成できなかったような低水準にまで酸素濃度を低減できる。また、シールドガスの供給量が大幅に減ることから、チャンバー３内の酸素濃度をきわめて短時間で低下させることができる。

[0092] 以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、本発明はかかる特定の実施の形態に限定されない。また、本発明は特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内で、構成の付加、省略、置換およびその他の変更が加えられてよい。

例えば、上述の実施形態例においては精製塔の数が４つであるが、本発明は精製塔の数が４つである形態に限定されない。本実施形態において、精製塔の数は除去対象となる第１のガス成分の数に応じて変更可能である。

また、上述の実施形態例においては、精製部が、酸素、水分、および窒素からなる群から選ばれる少なくとも一つ以上のガス成分を除去する形態である。しかしながら、除去対象となる第１のガス成分は、これらの酸素、水分、および窒素に加えて、その他のガス成分をさらに含んでもよい。そのため、他の実施形態例においては、粉体材料Ｍに応じて精製塔内の吸着剤、精製塔の数を変更可能である。

また、上述の実施形態例においては、濃度調整ユニットの制御部を、濃度

調整ユニットの精製部および供給部とは別個の構成として説明した。しかしながら、制御部は、精製部および供給部の各構成に含まれてもよい。

また、上述の実施形態例においては、制御部が濃度調整ユニットの構成として開示されているが、他の実施形態例においては、制御部を積層造形ユニットの構成としてもよく、積層造形ユニットおよび濃度調整ユニットとは別個の積層造形システムの構成としてもよい。

[0093] ＜実施例＞

以下、実施例によって本発明を具体的に説明する。ただし、本発明は以下の記載によって限定されない。

[0094] ［実施例１］

図１に示す積層造形システム７０において、ステップ（ｃ）を２時間行った。具体的には、電磁バルブＶ３を開状態とし、電磁バルブＶ１、Ｖ２を閉状態とし、図示略のパージラインを開放することで、チャンバー３内のガスをシールドガスに置換した。ステップ（ｃ）の開始後２時間が経過したとき、バルブＶ１、Ｖ２を開状態とし、電磁バルブＶ３を閉状態とし、ステップ（ｃ）の実施を終了し、図示略のパージラインによるシールドガスの供給を停止した。次いで、ステップ（ｂ）の実施を開始した。ステップ（ｂ）では、図３に示す電磁バルブＶ４、Ｖ５、Ｖ９、Ｖ１２、Ｖ１５を開状態とし、電磁バルブＶ６、Ｖ７、Ｖ８、Ｖ１０、Ｖ１１、Ｖ１３、Ｖ１４を閉状態とした。これにより、チャンバー３内のシールドガス中から、第１のガス成分として、酸素を第１の精製塔３１で除去した。その後、ステップ（ｂ）の実施による効果を検証するために、チャンバー３内の酸素濃度の測定値の時間経過を観察した。

[0095] ［比較例１］

ステップ（ｃ）の開始後２時間が経過したとき、ステップ（ｃ）を終了せず、図示略のパージラインを開放し続けた以外は、実施例１と同様にしてチャンバー３内の酸素濃度の測定値の時間経過を観察した。

[0096] ［実施例２］

ステップ（ｃ）の開始後２時間が経過したとき、電磁バルブＶ６、Ｖ７、Ｖ８、Ｖ１２、Ｖ１５を開状態とし、電磁バルブＶ４、Ｖ５、Ｖ９、Ｖ１０、Ｖ１１、Ｖ１３、Ｖ１４を閉状態とし、第２の精製塔３２で水分を除去した以外は、実施例１と同様にステップ（ｃ）の実施を終了し、図示略のパージラインによるシールドガスの供給を停止し、ステップ（ｂ）の実施を開始した。その後、ステップ（ｂ）の実施による効果を検証するために、チャンバー３内の水分濃度の測定値の時間経過を観察した。

[0097] ［比較例２］

ステップ（ｃ）の開始後２時間が経過したとき、ステップ（ｃ）を終了せず、図示略のパージラインを開放し続けた以外は、実施例２と同様にしてチャンバー３内の水分濃度の測定値の時間経過を観察した。

[0098] ［実施例３］

積層造形システム７０において、粉体材料としてチタン合金を使用した。実施例３では、（Ｘ７）：酸素、水分、窒素の三種類のガス成分の組み合わせを第１のガス成分としてステップ（ｂ）で除去することをＣＰＵ３７によって決定した。また、供給源３６で第２のガス成分の供給を実行しないことをＣＰＵ３７によって決定した。

まず、電磁バルブＶ３を開状態とし、電磁バルブＶ１、Ｖ２を閉状態とし、図示略のパージラインを開放することで、チャンバー３内のガスをシールドガスに置換し、ステップ（ｃ）を２時間行った。ステップ（ｃ）の開始後２時間が経過したとき、電磁バルブＶ４、Ｖ５、Ｖ７、Ｖ８、Ｖ１０、Ｖ１１、Ｖ１５を開状態とし、電磁バルブＶ６、Ｖ９、Ｖ１２、Ｖ１３、Ｖ１４、Ｖ１６を閉状態とし、図示略のパージラインによるシールドガスの供給を停止した。その後、チャンバー３内のシールドガス中から、第１のガス成分として、酸素、水分、窒素を第１の精製塔３１、第２の精製塔３２、および第３の精製塔３３で除去するステップ（ｂ）を実施しながら、ステップ（ａ）を実施して、ステンレス合金製の積層造形物を製造した。

[0099] ［比較例３］

ステップ（ｃ）の開始後２時間が経過したとき、ステップ（ｂ）を実施せずに、ステップ（ａ）を実施した以外は、実施例３と同様にしてステンレス合金製の積層造形物を製造した。

[0100] ［実施例４］

積層造形システム７０において、粉体材料としてアルミ合金を使用した。実施例４ではＸ（２）：水分の一種類のガス成分を第１のガス成分としてステップ（ｂ）で除去することをＣＰＵ３７によって決定した。また、供給源３６で酸素の供給をするようＣＰＵ３７によって決定した。

まず、電磁バルブＶ３を開状態とし、電磁バルブＶ１、Ｖ２を閉状態とし、図示略のパージラインを開放することで、チャンバー３内のガスをシールドガスに置換し、ステップ（ｃ）を２時間行った。ステップ（ｃ）の開始後２時間が経過したとき、電磁バルブＶ６、Ｖ７、Ｖ８、Ｖ１２、Ｖ１３、Ｖ１４、Ｖ１６を開状態とし、電磁バルブＶ４、Ｖ５、Ｖ９、Ｖ１０、Ｖ１１、Ｖ１５を閉状態とし、図示略のパージラインによるシールドガスの供給を停止した。その後、チャンバー３内のシールドガス中から、第１のガス成分として、水分のみを第２の精製塔３２、第４の精製塔３４で除去し、供給源３６から第２のガス成分として酸素をチャンバー３内に供給するステップ（ｂ）を実施しながら、ステップ（ａ）を実施して、ステンレス合金製の積層造形物を製造した。

[0101] ［比較例４］

ステップ（ｃ）の開始後２時間が経過したとき、ステップ（ｂ）を実施せずに、ステップ（ａ）を実施した以外は、実施例４と同様にしてステンレス合金製の積層造形物を製造した。

[0102] 図４は、実施例１におけるチャンバー内の酸素濃度の時間経過と比較例１におけるチャンバー内の酸素濃度の時間経過を比較して示すグラフである。図４に示すように、ステップ（ｃ）の開始後２時間が経過したとき、ステップ（ｂ）の実施を開始した実施例１では、チャンバー３内の酸素濃度が比較例１と比較して急激に低下した。この結果から、積層造形システム７０によ

れば、チャンバー３内の酸素濃度を低水準（１ｐｐｍ程度）にきわめて短時間で低減できることを確認した。このように実施例１では、パージに使用するシールドガスの使用量が相対的に少なくても、チャンバー３内の酸素濃度を低水準まで低減できた。そのため、酸素原子の積層造形物の混入が少なく、機械的特性に優れ、品質のよい積層造形物を短時間で効率よく、低コストで製造できると考えられる。

[0103] 図５は、実施例２におけるチャンバー内の水分濃度の時間経過と比較例２におけるチャンバー内の水分濃度を比較して示すグラフである。図５に示すように、ステップ（ｃ）の開始後２時間が経過したとき、ステップ（ｂ）の実施を開始した実施例２では、チャンバー３内の水分濃度が比較例２と比較して急激に低下した。この結果から、積層造形システム７０によれば、チャンバー３内の水分濃度を低水準（５ｐｐｍ程度）にきわめて短時間で低減できることを確認した。このように実施例２では、パージに使用するシールドガスの使用量が相対的に少なくても、チャンバー３内の水分濃度を低水準まで低減できた。そのため、水素原子の積層造形物の混入が少なく、機械的特性に優れ、品質のよい積層造形物を短時間で効率よく、低コストで製造できると考えられる。

[0104] 図６は、実施例３のチタン合金製の金属造形物の断面の拡大写真と、比較例３のチタン合金製の金属造形物の断面の拡大写真とを比較して示す図である。実施例３の積層造形物では空孔率が０．００％であったのに対し、比較例３の積層造形物では空孔率が０．２０％であった。このように、粉体材料Ｍの材質に応じてチャンバー３内のガス成分の組成を調整することで、積層造形物の空孔を減らし、品質をさらに高めることができた。

[0105] 図７は、実施例４のアルミニウム合金製の金属造形物の断面の拡大写真と、比較例４のアルミニウム合金製の金属造形物の断面の拡大写真とを比較して示す図である実施例４の積層造形物では空孔率が０．１２％であったのに対し、比較例４の積層造形物では空孔率が０．２０％であった。このように、粉体材料Ｍの材質に応じてチャンバー３内のガス成分の組成を調整するこ

とで、積層造形物の空孔を減らし、品質をさらに高めることができた。

符号の説明

[0106] １…レーザー発振器、２…光学系、３…チャンバー、４…貯蔵室、５…造形室、６…回収室、７…リコーター、８…貯蔵ステージ、９…造形ステージ、１０…積層造形ユニット、３０…濃度調整ユニット、３１…第１の精製塔、３２…第２の精製塔、３３…第３の精製塔、３４…第４の精製塔、３５…ブロワー、３６…第２のガス成分の供給源、３７…ＣＰＵ、５０…フィルターユニット、５１…フィルター、５２…ベンチレーター、７０…積層造形システム、Ｃ１…第１の濃度計、Ｃ２…第２の濃度計、Ｌ１…第１の供給ライン、Ｌ２…第２の供給ライン、Ｌ３…循環ライン、Ｌ５…第１の接続ライン、Ｌ６…第２の接続ライン、Ｌ７…第３の接続ライン、Ｌ８…第１のバイパスライン、Ｌ９…第２のバイパスライン、Ｌ１０…第３のバイパスライン、Ｌ１１…第４のバイパスライン、Ｌ１２…第３の供給ライン、Ｖ１～Ｖ３，Ｖ４～Ｖ１６…電磁バルブ。

請求の範囲

[請求項1] シールドガスの存在下で、エネルギー線を用いて粉体材料に熱を供給して層を造形し、前記層を順次積層して積層造形物を製造する積層造形システムであって、

上記積層造形システムは、

前記層を造形し、前記層を順次積層する積層造形ユニットと、

前記シールドガス中のガス成分の濃度を調整する濃度調整ユニットと　を備え、

前記積層造形ユニットは、

前記粉体材料に照射するエネルギー線の照射源を含む照射部と、

前記シールドガスが充填されるチャンバー、および前記層の造形および積層が行われる造形ステージを含む造形部とを有し、

前記濃度調整ユニットは、

前記シールドガス中の不純物となる第１のガス成分を、前記粉体材料に応じて除去する精製部と、

前記粉体材料に応じて選択される第２のガス成分を必要に応じて前記チャンバー内に供給する供給部とを有する。

[請求項2] 前記チャンバー内の前記シールドガスの一部を前記精製部に供給する第１の供給ラインをさらに備え、

前記精製部が、前記第１の供給ラインと接続される、下記の第１の精製塔、第２の精製塔、第３の精製塔および第４の精製塔からなる群から選ばれる少なくとも一つ以上を含む、請求項１に記載の積層造形システム。

第１の精製塔：前記シールドガスから酸素を除去する精製塔

第２の精製塔：前記シールドガスから水分を除去する精製塔

第３の精製塔：前記シールドガスから窒素を除去する精製塔

第４の精製塔：前記シールドガスから水分を除去し、酸素を除去しない精製塔

[請求項3] 前記精製部が、下記の第１のバイパスライン、第２のバイパスライン、第３のバイパスラインおよび第４のバイパスラインからなる群から選ばれる少なくとも一つ以上をさらに含む、請求項２に記載の積層造形システム。

第１のバイパスライン：前記第１の供給ラインから供給される前記シールドガスを、前記第１の精製塔に供給せずに前記第１の精製塔の二次側に供給するバイパスライン

第２のバイパスライン：前記第１の供給ラインから供給される前記シールドガスを、前記第２の精製塔に供給せずに前記第２の精製塔の二次側に供給するバイパスライン

第３のバイパスライン：前記第１の供給ラインから供給される前記シールドガスを、前記第３の精製塔に供給せずに前記第３の精製塔の二次側に供給するバイパスライン

第４のバイパスライン：前記第１の供給ラインから供給される前記シールドガスを、前記第４の精製塔に供給せずに前記第４の精製塔の二次側に供給するバイパスライン

[請求項4] 前記供給部が、水素、酸素、一酸化炭素、二酸化炭素、およびアンモニアからなる群から選ばれる一つ以上の前記第２のガス成分の供給源を含む、請求項１～３のいずれか一項に記載の積層造形システム。

[請求項5] 前記精製部によって前記シールドガスから前記第１のガス成分が除去されたガスを、前記チャンバーに供給する第２の供給ラインをさらに備え、

前記供給部が、前記第２の供給ライン中の前記ガスに前記第２のガス成分を必要に応じて供給する第３の供給ラインをさらに含む、請求項１～４のいずれか一項に記載の積層造形システム。

[請求項6] シールドガスの存在下で、エネルギー線を用いて粉体材料に熱を供給して層を造形し、前記層を順次積層して積層造形物を製造する積層造形方法であって、

前記層を造形し、前記層を順次積層するステップ（ａ）と、

前記シールドガス中のガス成分の濃度を調整するステップ（ｂ）とを有し、

前記ステップ（ａ）では、チャンバー内の粉体材料にエネルギー線を照射し、前記チャンバー内で前記層を造形し、造形した前記層を順次積層し、

前記ステップ（ｂ）では、前記シールドガス中の不純物となる第１のガス成分を、前記粉体材料に応じて除去し、前記粉体材料に応じて選択される第２のガス成分を必要に応じて前記チャンバー内に供給する、積層造形方法。

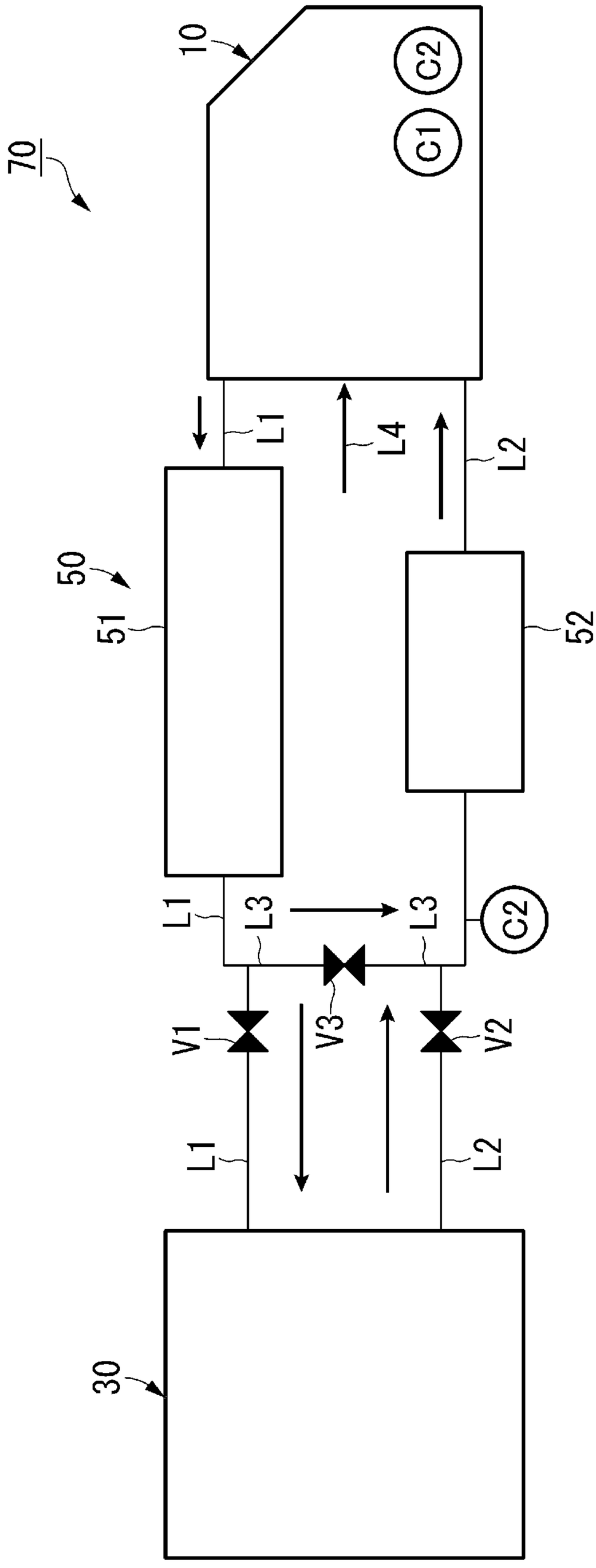
[請求項7] 前記ステップ（ｂ）で、酸素、水分、および窒素からなる群から選ばれる少なくとも一つ以上のガス成分を前記第１のガス成分として前記シールドガスから除去する、請求項６に記載の積層造形方法。

[請求項8] 前記ステップ（ｂ）で、水素、酸素、一酸化炭素、二酸化炭素、およびアンモニアからなる群から選ばれる一つ以上のガス成分を前記第２のガス成分として前記チャンバー内に供給する、請求項６又は７に記載の積層造形方法。

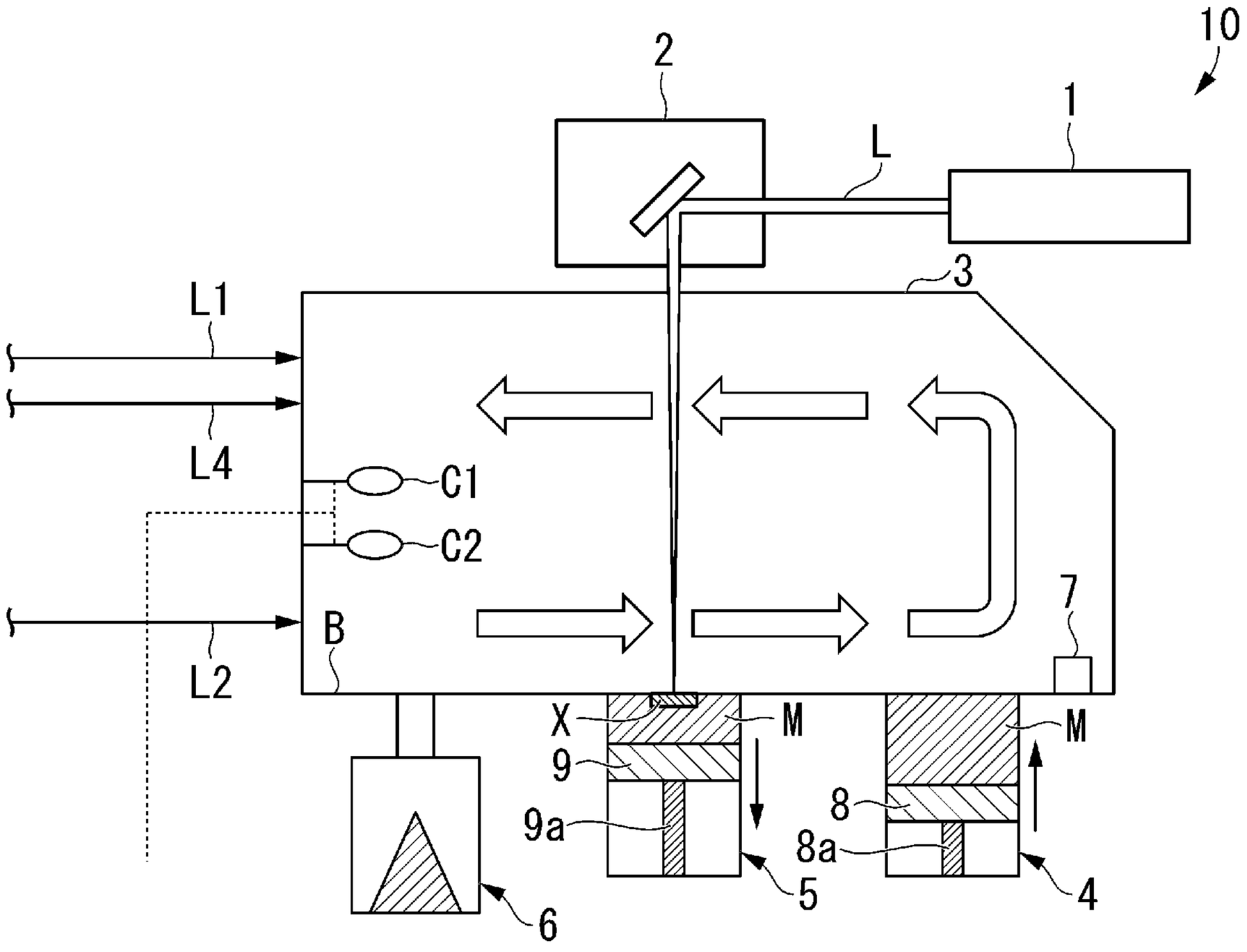
[請求項9] 前記ステップ（ｂ）で、前記粉体材料の種類に応じて前記第１のガス成分を切り替える、請求項６～８のいずれか一項に記載の積層造形方法。

[請求項10] 前記ステップ（ｂ）で、前記第１のガス成分が除去されたガスに前記第２のガス成分を必要に応じて供給する、請求項６～９のいずれか一項に記載の積層造形方法。

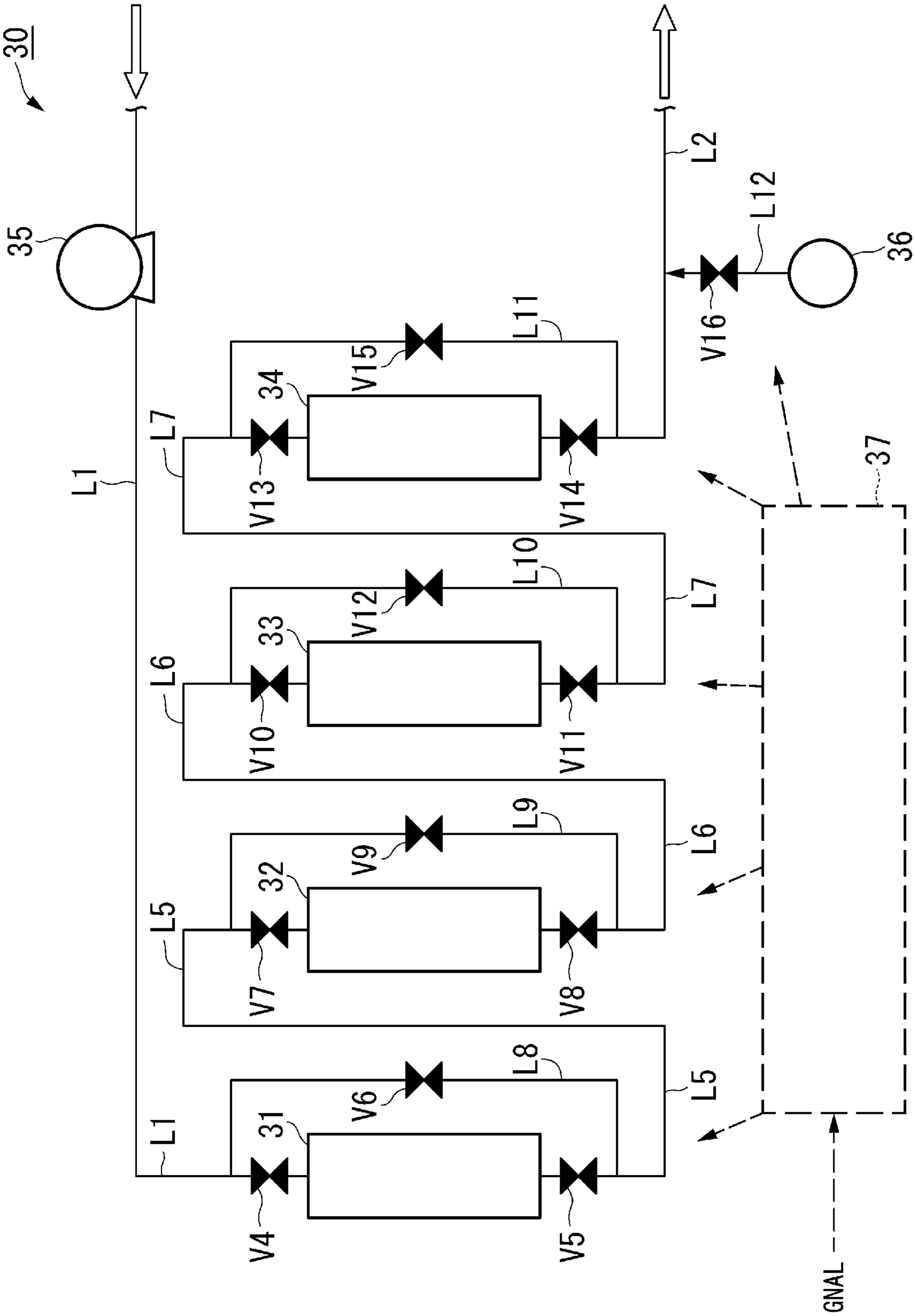
[図1]



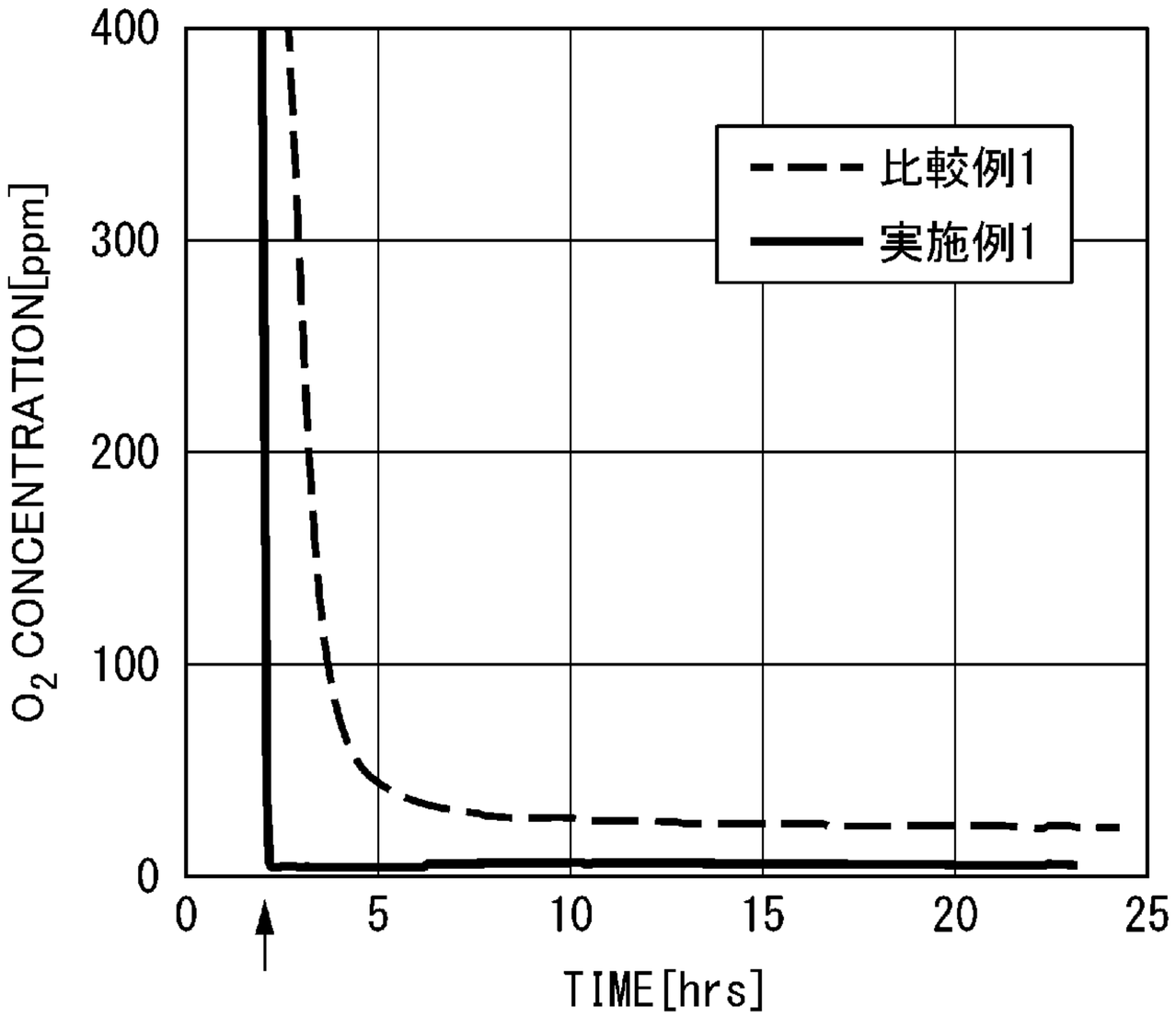
[図2]



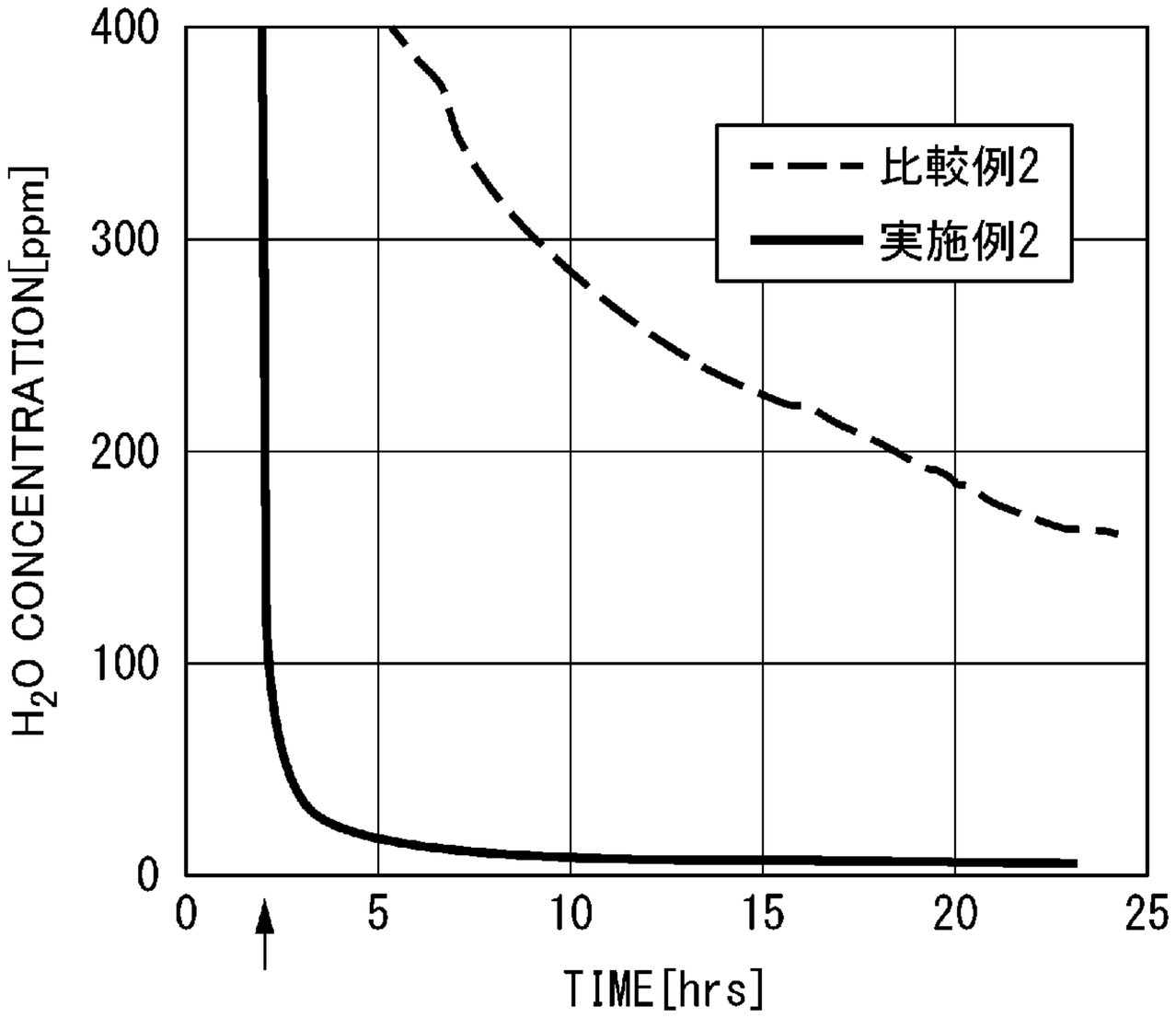
[図3]


30
35
L1
L2
L12
36
V16
L11
V15
34
L7
V13
V14
37
L10
V12
33
L6
V10
V11
L9
V9
32
L5
V7
V8
L8
V6
31
V4
V5
SIGNAL

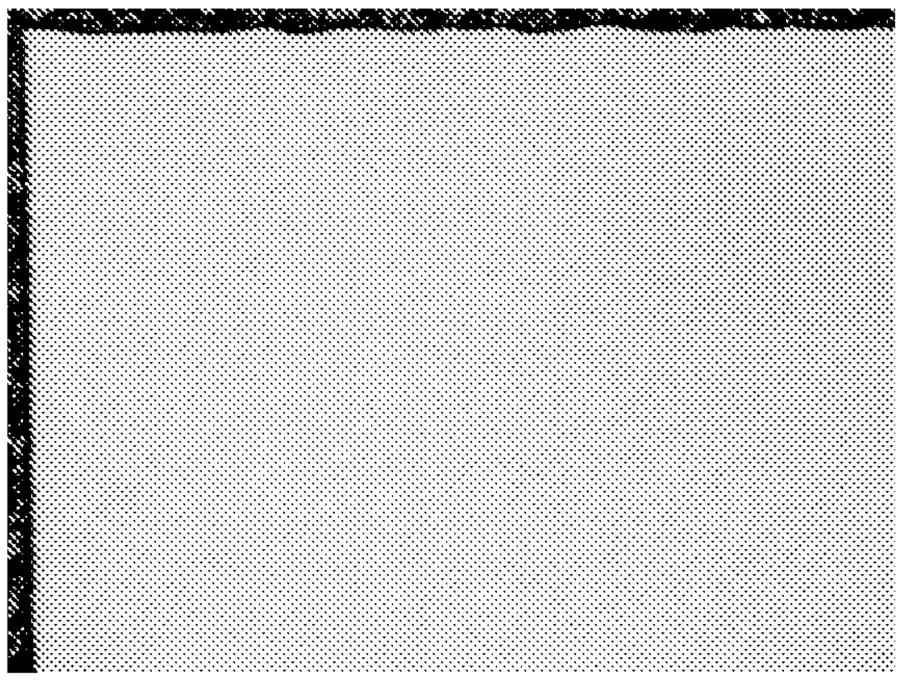
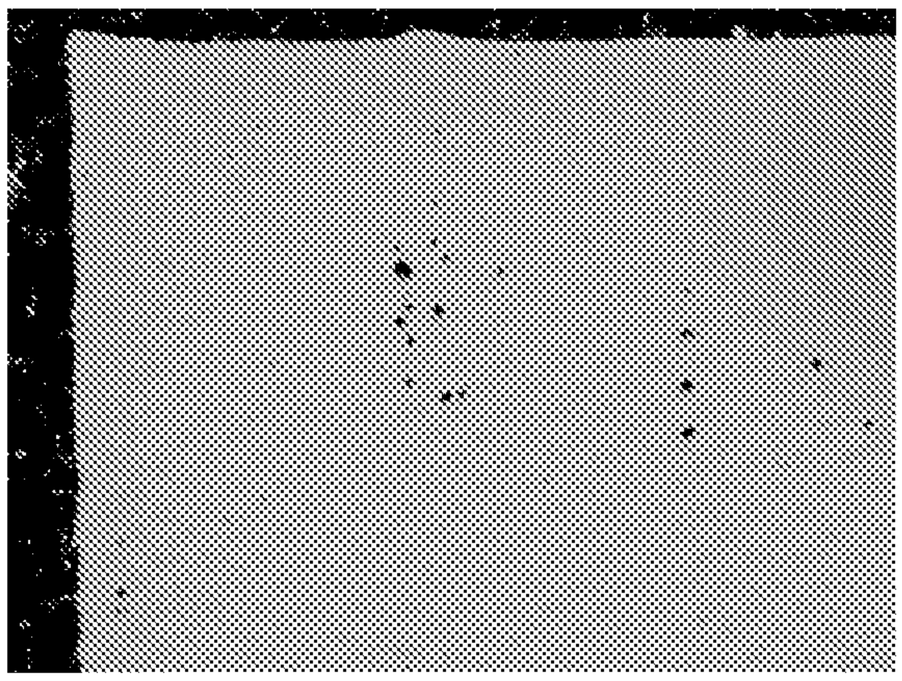
[図4]


400
300
200
100
0
O_2 CONCENTRATION[ppm]
0
5
10
15
20
25
TIME[hrs]
比較例1
実施例1

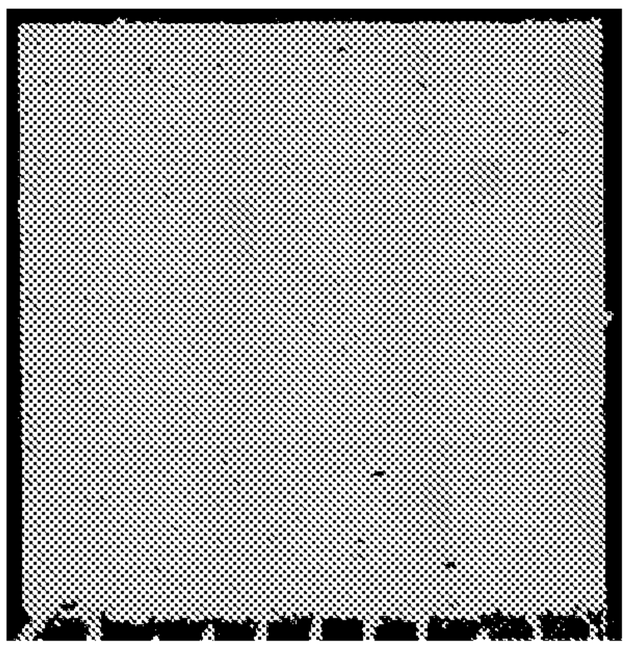
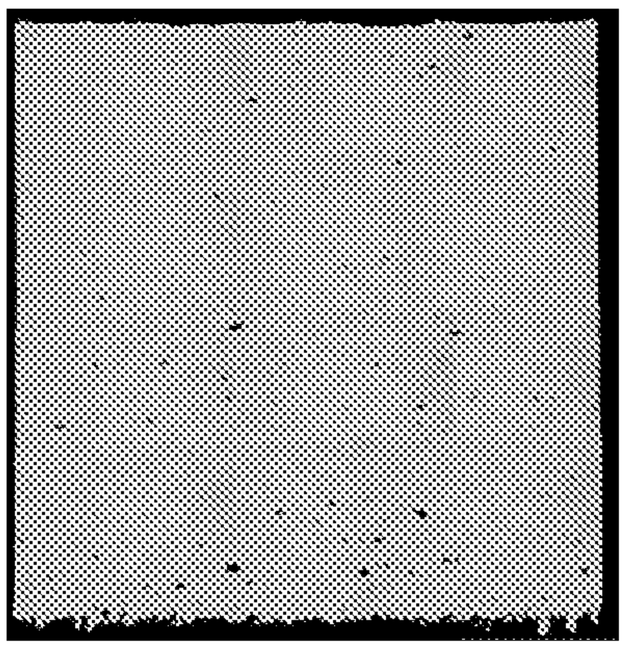
[図5]


400
300
200
100
0
H_2O CONCENTRATION[ppm]
0
5
10
15
20
25
TIME[hrs]
比較例2
実施例2

[図6]

実施例3	比較例3
	
空孔率:0.00%	空孔率:0.20%

[図7]

実施例4	比較例4
	
空孔率:0.12%	空孔率:0.20%

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/042502

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23K 26/34(2014.01)i; B33Y 10/00(2015.01)i; B33Y 30/00(2015.01)i; B29C 64/153(2017.01)i; B29C 64/264(2017.01)i; B29C 64/364(2017.01)i; B22F 3/105(2006.01)i; B22F 3/16(2006.01)i
FI: B22F3/105; B29C64/153; B29C64/264; B22F3/16; B23K26/34; B29C64/364; B33Y10/00; B33Y30/00
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B22F3/105; B22F3/16; B23K26/34; B33Y10/00; B33Y30/00; B29C64/153; B29C64/264; B29C64/364

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2018-184634 A (TAIYO NIPPON SANSO CORPORATION) 22 November 2018 (2018-11-22) paragraphs [0016]-[0027], fig. 1	1, 4, 6-10 2, 5 3
Y A	JP 2015-202596 A (SEIKO EPSON CORP.) 16 November 2015 (2015-11-16) paragraphs [0050]-[0051]	2, 5 3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 December 2020 (23.12.2020)	12 January 2021 (12.01.2021)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/042502

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2018-184634 A	22 Nov. 2018	(Family: none)	
JP 2015-202596 A	16 Nov. 2015	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/042502

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B23K 26/34(2014.01)i; B33Y 10/00(2015.01)i; B33Y 30/00(2015.01)i; B29C 64/153(2017.01)i; B29C 64/264(2017.01)i; B29C 64/364(2017.01)i; B22F 3/105(2006.01)i; B22F 3/16(2006.01)i
FI: B22F3/105; B29C64/153; B29C64/264; B22F3/16; B23K26/34; B29C64/364; B33Y10/00; B33Y30/00

B.　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

B22F3/105; B22F3/16; B23K26/34; B33Y10/00; B33Y30/00; B29C64/153; B29C64/264; B29C64/364

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2018-184634 A (大陽日酸株式会社) 22.11.2018 (2018-11-22) [0016]-[0027], 図1	1,4,6-10
Y		2,5
A		3
Y	JP 2015-202596 A (セイコーエプソン株式会社) 16.11.2015 (2015-11-16) [0050]-[0051]	2,5
A		3

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

*　引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
23.12.2020	12.01.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
池田　安希子 4E 4175
電話番号 03-3581-1101 内線 3425

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/042502

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2018-184634 A	22.11.2018	（ファミリーなし）	
JP 2015-202596 A	16.11.2015	（ファミリーなし）	